N° 91

LES EAUX D'ALIMENTATION DE LA VILLE D'APT

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue à l'École Supérieure de Pharmacie de Montpellier

Le Janvier 1914

PAR

Mlle Anita GROS

Pharmacien de 1re classe

Lauréat de l'Ecole de plein exercice de pharmacie de Marseille
(Concours juillet 1908)

Pour obtenir le Diplôme de Docteur de l'Université de Montpellier

(MENTION PHARMACIE)

JURY : MM. ASTRUC, Professeur adjoint, *Président*.
FONZES-DIACON, Profes^r^ — *Assesseurs*.
GAUCHER, Agrégé. — *Assesseurs*.

MONTPELLIER
IMPRIMERIE COOPÉRATIVE OUVRIÈRE
14, Avenue de Toulouse — Téléphone : 8-78

1914

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE MONTPELLIER

ADMINISTRATION

MM. G. MASSOL (I. P. ✿)..... *Directeur.*
F. JADIN (I. P. ✿)..... *Assesseur.*
E. IZARD (I. P. ✿)..... *Secrétaire.*
H. GOT (I. P. ✿)..... *Secrétaire honoraire.*

PROFESSEURS

MM. L. COURCHET (I. P. ✿)..... *Histoire naturelle des médicaments. Botanique.*
G MASSOL (I. P. ✿)..... *Physique.*
Ch. ASTRE (I. P. ✿)..... *Chimie générale.*
L. PLANCHON (I. P. ✿)..... *Matière médicale.*
F. JADIN (I. P. ✿)..... *Pharmacie.*
H. IMBERT (I. P. ✿)..... *Chimie analytique et Toxicologie.*
H. FONZES-DIACON (I. P. ✿)..... *Chimie minérale.*

PROFESSEUR ADJOINT

M. A. ASTRUC (I. P. ✿)..... *Pharmacie galénique. Toxicologie.*

CHARGÉS DE COURS

MM. L. GAUCHER (I. P. ✿)..... *Botanique cryptogamique. Microbiologie.*
P.-J. TARBOURIECH (I. P. ✿).. *Chimie biologique. Chimie organique.*
M.-A. FAUCON (A. ✿)..... *Hydrologie.*
A. JUILLET (A. ✿)..... *Zoologie.*

AGRÉGÉS

MM. L. GAUCHER (I. P. ✿).
A. ASTRUC (I. P. ✿).
P.-J. TARBOURIECH (I. P. ✿).

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. M.-A. FAUCON (A. ✿)..... *Physique.*
A. JUILLET (A. ✿)..... *Histoire naturelle.*
FARRÉ..... *Chimie et Pharmacie.*

NOTA. — L'École de Pharmacie n'accepte la responsabilité d'aucune des opinions émises par les candidats dans les Thèses ou Synthèses qui lui sont présentées.

A LA MÉMOIRE DE MA MÈRE

A LA MÉMOIRE DE MON FRÈRE

A. GROS.

A MON PÈRE

A MA SŒUR

A TOUS CEUX QUE J'AIME

A. GROS.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR ASTRUC

A. GROS.

A MONSIEUR LE DOCTEUR FONZES-DIACON

PROFESSEUR DE CHIMIE MINÉRALE

A M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ GAUCHER

CHARGÉ DU COURS DE BACTÉRIOLOGIE

A. GROS.

LES

EAUX D'ALIMENTATION

DE LA VILLE D'APT

INTRODUCTION

Les Aptésiens sont très fiers de leur ville, ils y sont très attachés et avec quelque raison ; mais ils seraient volontiers persuadés qu'elle est la plus belle et surtout la plus saine, qu'il n'y existe pas d'épidémie, cela sans doute parce que le choléra n'y a jamais fait son apparition ; d'autre part, comme on y compte un certain nombre de vieillards, ils la déclarent parfaite au point de vue hygiénique.

Quoique Aptésienne, nous aussi, et aimant notre ville, nous n'avons pas longtemps partagé les illusions communes. Nous avons grandi dans un milieu médical où il nous a été souvent donné d'entendre des conversations relatives à l'hygiène défectueuse de la cité et ces conversations étaient tout à fait en contradiction avec l'opinion courante. Les chiffres cités à l'appui d'une affirmation démentaient d'une façon formelle ce que nous

avions l'habitude d'entendre dire par la plupart des Aptésiens.

Qu'on en juge : alors que la mortalité moyenne de la France est de 18 pour 1000 habitants (et la France est déjà dans un état d'infériorité vis-à-vis des autres nations, au point de vue de l'hygiène publique, puisque le coefficient de mortalité est seulement de 14 en Norwège, 15 en Suède, 16 en Angleterre), que celle de Paris n'atteint pas 18, celle de Marseille, réputée cependant comme ville très malsaine, est de 22, et celle de Grenoble à peine 15, celle d'Apt, depuis un grand nombre d'années, oscille entre 25 et 26 pour 1000 habitants.

A quoi devons-nous attribuer cette mortalité élevée ? La ville est bien un peu humide, à cause de sa situation au fond d'une vallée. Elle n'est point à l'abri du brouillard pendant l'hiver ; quand on se trouve sur les collines environnantes, surtout vers le soir, on voit s'élever du torrent, peu à peu, une brume qui envahit l'agglomération toute entière. Malgré cela le mistral, « l'un des trois fléaux de la Provence », mais aussi, avec la collaboration du soleil, son grand purificateur, tout en soufflant d'une façon moins violente que dans la vallée du Rhône ou dans celle de la Durance, nous fait sentir tout de même ses bienfaisants et ses vivifiants effets. Les rues ne sont pas très larges, mais cependant pas exagérément étroites, elles sont assez bien pavées et propres, au moins en apparence ; mais l'éloignement des matières usées est ce qu'il était il y a fort longtemps.

Elles ont trois destinations :

1° Elles sont jetées directement à la rue, ou par l'intermédiaire de tuyaux de descente munis à leur partie supérieure d'un entonnoir révélateur, celui-ci débouchant près d'une fenêtre ;

2° Elles sont déversées dans des cours intérieures infectes, sur lesquelles un certain nombre de pièces du logis prennent l'air et la lumière;

3° A l'aide d'anciens puits ou par des puisards, spécialement créés pour cet usage, elles vont dans le sous-sol pour y infecter la nappe souterraine.

Quelques tronçons d'égouts desservent bien certaines rues de la ville, mais ils ne sont lavés que par les eaux pluviales. Enfin les eaux résiduaires d'industrie, considérables dans notre ville, s'évacuent sur la voie publique.

Cette organisation défectueuse expliquerait peut-être, d'après les récents travaux de M. Trillat (1), pourquoi nous avons à déplorer une mortalité aussi considérable. En effet, après de nombreuses expériences, ce savant arrive à démontrer que « l'air, chargé d'émanations putrides, favorise la vitalité des microbes, de même que la présence de certains gaz dissous dans l'eau exerce une action conservatrice en tous points semblable à la précédente ». Ces gaz sont de nature alcaline, ils comprennent l'ammoniaque et surtout les amines de la série grasse, de même que certaines substances volatiles azotées qui ont un pouvoir favorisant considérable. C'est précisément le voisinage des matières usées donnant lieu à des décompositions animales et végétales qui crée les « ambiances favorables » dont parle M. Trillat. Il est vrai qu'à haute dose les gaz putrides deviennent antiseptiques, car le Dr Miquel a constaté que « l'atmosphère des égouts et surtout celle des fosses d'aisance ne renferment nullement les

(1) Académie de médecine, 23 juillet 1912.

impuretés microbiennes dont, *a priori*, on les supposerait chargées ». Cette constatation pourrait cependant avoir une autre explication : les microbes ne sont maintenus dans l'atmosphère qu'à la faveur des particules en suspension ; il ne serait donc pas étonnant de n'en point trouver dans celle des égouts et des fosses d'aisances chargées d'humidité et à l'abri de tout courant d'air. Il est probable que l'air que nous respirons contient suffisamment de gaz de nature alcaline pour entretenir une atmosphère nocive.

D'autre part, M. Trillat est arrivé démontrer : « Que l'eau distillée renfermant 1/5,000,000 de son poids de gaz putride — exempte d'ailleurs de toute trace de matière albuminoïde fixe et ne contenant comme matière minérale que ce qu'elle a pu dissoudre de son récipient de verre — pouvait être ensemencée et donner lieu à une abondante culture, à l'instar d'un bouillon classique. »

L'air chargé de brouillard dissout les émanations gazeuses et chaque gouttelette d'eau devient ainsi un bouillon de culture dans lequel les microbes se développent avec rapidité. Quand la température se refroidit la dissolution du gaz s'effectue mieux et quand elle s'élève le développement des microbes augmente. Les jours de brume nous respirons une atmosphère saturée de microbes, et, si nous ne pouvons rien contre le brouillard, nous pourrions facilement, par une hygiène convenable, diminuer de beaucoup ces émanations gazeuses, cause du mal.

Mais si la ville n'est pas dans un meilleur état de propreté, nous le devons au manque d'eau. Les sources qui ont été amenées à Apt sont à peine suffisantes pour l'alimentation et, quoique réputées potables, elles sont

en général au point de vue chimique de qualité douteuse ou franchement mauvaise ; elles ne sont pas meilleures au point de vue bactériologique, car nous verrons qu'elles ne sont pas à l'abri de la contamination.

Nous avons vu des fosses à purin au-dessus des galeries de captage de l'eau de Viton, la moins mauvaise, et, il n'y a pas très longtemps, les fumiers de la ville étaient déposés au-dessus de la canalisation alors en pierres sèches de cette source.

Aujourd'hui encore, l'eau des Ramades, la plus abondante de la ville, est constituée, pendant l'été, au moment de la sécheresse, par une petite quantité d'eau de source ; le surplus est de l'eau du Calevon, amenée directement et sans précaution aucune dans les conduites d'alimentation. Nombre d'habitants sont obligés de s'en contenter, n'en ayant pas d'autre dans le voisinage.

C'est pourquoi, depuis de nombreuses années, a grandi en nous le désir de nous rendre compte de la valeur chimique et bactériologique des eaux d'Apt, pour savoir quelle confiance on doit leur accorder au point de vue alimentaire.

La municipalité de son côté, reconnaissant l'insuffisance des eaux de la ville et leur mauvaise qualité, a résolu d'amener à Apt des eaux pures et abondantes. Après bien des recherches et des hésitations, elle s'est adressée à une nappe souterraine peu profonde, située dans les alluvions du Calavon, à 13 kilomètres en amont d'Apt.

Aujourd'hui tous les projets d'adduction d'eau potable pour l'alimentation des villes sont établis avec soin, les garanties les plus sérieuses sont prises ; il en a été ainsi pour le projet des Bégudes : analyses chimiques et bactériologiques, avis de la Commission sanitaire de l'arron-

dissement, du Conseil départemental d'hygiène, du Comité consultatif d'hygiène de France. On a fait tout ce qu'exigent les règlements pour être assuré d'avoir une eau de bonne qualité. Nous croyons cependant qu'une étude plus serrée de la question peut avoir son utilité, surtout en ce qui concerne la pollution possible de la nappe souterraine.

Le captage est fait par des drains placés à 6 mètres de profondeur, dans du gravier à gros grains, renfermant peu d'argile, dans lequel l'eau circule avec la plus grande facilité. Au-dessus du gravier est une couche minime de limon qui, à certains endroits, n'atteint que quelques centimètres. Des champs cultivés, sur lesquels se fait une fumure intensive au fumier de ferme, ne sont pas à plus de 10 mètres des drains. N'y a-t-il pas là un danger très grand de contagion ! Nous nous sommes donné la tâche d'étudier cette question qui est d'une importance capitale.

Il n'est pas besoin d'être bien observateur pour avoir remarqué que les diverses sources d'Apt se comportent de façon différente avec le savon, les unes le broussant, les autres non, les unes cuisant les légumes secs, les autres ne les cuisant pas. Il en est qui sont incrustantes, alors que d'autres ne le sont pas. Cependant les pentes d'où elles émergent, aussi bien sur la rive droite que sur la rive gauche du Calavon, paraissent constituées par le même terrain qui, d'après la carte géologique, est du calcaire lacustre (calcaire en plaquettes) de l'époque tertiaire.

Ces anomalies, au moins apparentes, piquaient notre curiosité et nous avons pensé que l'analyse d'une série de sources d'importance très variable pourraient nous permettre de trouver la clef du problème.

En un mot, en étudiant les eaux d'Apt nous avons voulu, d'une part et surtout, connaître leur valeur comme eaux potables et les ressources qu'elles peuvent offrir à l'alimentation ; d'autre part, découvrir les relations qui existent entre elles et les terrains d'où elles émergent.

Nous avons pensé que cette étude pouvait être d'une utilité assez grande pour ne pas être indigne de former le sujet de notre thèse de doctorat en pharmacie.

Dans notre exposition nous adopterons l'ordre suivant :

1° L'historique de la ville.

2° L'étude géologique et orographique de la région.

3° Le détail des méthodes tant chimiques que microbiologiques que nous avons employées.

4° Les analyses chimiques (et bactériologiques lorsque nous avons jugé utile de le faire) des diverses sources.

5° L'étude plus spéciale de l'eau des Bégudes et du projet d'adduction de ces eaux.

6° Les conclusions.

Mais, avant d'aborder cette exposition, nous avons le devoir, très agréable, d'exprimer notre gratitude :

D'abord à notre père qui, par ses préoccupations constantes d'une meilleure hygiène de notre ville, a fait naître en nous le désir de ces études et a été ainsi comme le premier inspirateur de cette thèse. Il nous a fourni ensuite les moyens d'accomplir notre travail en mettant à notre disposition son laboratoire qu'il a outillé pour nous de tout ce qui était nécessaire pour l'analyse des eaux.

A M. Astruc, professeur à l'École supérieure de pharmacie de Montpellier, qui a bien voulu accepter la présidence de cette thèse. Il nous a indiqué les meilleures

méthodes d'analyse, il ne nous a ménagé ni ses conseils ni ses avis éclairés et a été notre véritable guide pour la partie chimique de ce travail.

A M. le professeur Gaucher, qui nous a rendu les mêmes services pour la partie bactériologique de notre thèse.

A notre sœur qui a vérifié un certain nombre de nos résultats et nous a soutenue dans notre tâche longue et parfois fatigante.

A nos cousins J. et Ch. Cotte.

Le premier a été notre maître à l'École de pharmacie de Marseille ; son aide affectueuse pendant tout le cours de nos études ne nous a jamais fait défaut.

Le second a mis à notre service ses connaissances géologiques et préhistoriques.

A M. Sauve, le savant bibliothécaire de la ville, qui nous a éclairée sur l'histoire de notre cité.

A M. Minguier, ingénieur des ponts et chaussées à Apt, qui a mis très obligeamment à notre disposition tous les documents en sa possession et a ainsi facilité notre tâche.

A tous ceux qui par leurs conseils ou leurs encouragements nous ont aidée dans notre travail.

CHAPITRE I

HISTORIQUE

Les origines d'Apt sont très lointaines. Tandis que la ville actuelle occupe le fond de la vallée du Calavon, il est probable que les habitants primitifs s'étaient établis sur la crête des collines dominant la ville, situation excellente au point de vue de la défense contre les ennemis possibles et contre les crues du torrent.

Cette hypothèse sur les premiers établissements humains en cette région paraît justifiée par la quantité considérable d'objets en silex ou en pierre polie retrouvés sur les hauteurs voisines de la ville, prouvant le séjour prolongé des premiers habitants.

Il y a un demi-siècle à peine qu'on a commencé la recherche des documents préhistoriques dans la région ; les résultats en ont été très fructueux : c'est non seulement à Apt même, mais encore dans la vallée de l'Aigue-brun, à Gargas, à Saint-Saturnin, à Rustrel, à Saint-

Martin-de-Castillon, à Viens, etc. (V. carte géologique), villages des environs, que des spécimens de l'industrie primitive ont été recueillis en quantité par les chercheurs.

Malgré l'intérêt que ces renseignements nous offrent, nous nous intéressons davantage à l'histoire d'Apt, à mesure que nous pouvons recueillir des détails plus abondants et plus sûrs.

Nombreux sont les documents qui nous permettent de la fixer ; cependant nous n'avons pas compulsé les « Archives communales d'Apt », pas plus que les « Archives départementales de Vaucluse » pour savoir quel crédit il faut accorder à l'« Histoire de la ville d'Apt » de Remerville et relever les erreurs de l'« Histoire de la ville d'Apt » de Boze. Nous ne pouvons pas davantage demander des renseignements à Grossi, inventeur des « Annales aptésiennes », dont le manuscrit aurait été écrit grâce aux renseignements fournis par un druide ! Heureusement, nous avons eu la bonne fortune d'avoir entre les mains « La monographie de la ville d'Apt » et les « Découvertes gallo-romaines à Apt », deux brochures trop brèves dues à la plume savante de M. Sauve, archiviste, bibliothécaire de la ville, qui, habitué de longue date à dépouiller les textes anciens, a étudié avec une patience de bénédictin les documents authentiques qu'il a entre les mains.

C'est grâce à lui que nous avons eu tous les détails qui suivent.

L'histoire d'Apt n'offre pas d'événements caractéristiques, et les faits qui se sont déroulés dans la région rappellent avec exactitude ceux qui ont eu pour théâtre toute la Gaule.

Vers 280 avant J.-C., la vallée du Calavon est envahie

par un petit peuple celte, les Vulgientes, qui a laissé peu de traces de son passage. Les rares inscriptions relatives à cette peuplade, rédigées en langue celte ou ligure, paraissent à peine antérieures aux premiers temps de l'occupation romaine. Rome s'empare bientôt de la région et on perd la trace des premiers occupants : ils ont dû se soumettre aux conquérants et s'en assimiler la civilisation, ainsi qu'ont fait toutes les populations gauloises.

Il ne faut pas demander aux monuments d'Apt de nous raconter l'histoire de la ville sous la domination romaine, car ils ont presque entièrement disparu, et ceci pour deux raisons : les invasions successives des Lombards, des Saxons et des Sarrasins (du V^e^ au VIII^e^ siècle) leur causèrent de grands dommages. Par ailleurs, le site de la ville est tel que les alluvions arrachées aux pentes rapides des collines avoisinantes ont enfoui à une profondeur moyenne de cinq mètres les constructions qui avaient échappé aux envahisseurs. Heureusement cet envahissement a subi un arrêt grâce à la construction de remparts au moyen âge. On constate, en effet, une brusque différence de niveau entre le sol à l'intérieur de la ville et les boulevards où les terres alluviales sont venues s'accumuler.

Les légendes locales voudraient que la fondation de la ville d'Apt soit due à Jules César ; le nom d'« Apta Julia » servirait à accréditer cette hypothèse, rendue plausible d'ailleurs par la position d'Apt sur l'une des principales routes d'Italie en Espagne à travers les vallées transversales du système alpestre.

Cependant telle n'est pas la conclusion des études faites dans ce sens.

En réalité Apt fut fondée par les Triumvirs.

Transformée en Cité après les conquêtes de Jules César (50 ans av. J.-C), elle reçut de ses fondateurs le titre de « Colonia Apta Julia ». Elle était très importante ; son territoire était celui occupé précédemment par les Vulgientes, c'est-à-dire le vaste domaine limité par Cavaillon à l'ouest, Carpentras au nord, Riez à l'est, et le Luberon au sud.

L'agglomération principale était Apt.

Cependant des habitations, des villas avaient été élevées sur les points les plus favorables des environs ; les fouilles opérées en divers endroits ont permis de retrouver la trace de ces établissements. Après le chef-lieu actuel, la région la plus peuplée était celle qui s'étend au nord-ouest de la ville, contre les monts de Vaucluse, entre les villages de Villars et de St-Saturnin (V. carte géologique). Les fouilles ont mis à jour quantité de sculptures, de poteries, d'inscriptions, témoignages de cette civilisation dès longtemps disparue.

Peu à peu la ville elle-même s'agrandit, les villas s'étagèrent aux flancs des collines voisines, de beaux monuments s'élevèrent surtout dans la partie sud au quartier appelé « Le Clos » aujourd'hui. Les fouilles pratiquées sur ce point, à l'occasion de l'ouverture d'un boulevard et de la création d'un jardin, ont atteint parfois quatre ou cinq mètres de profondeur et les découvertes faites ont permis de conclure qu'on avait atteint l'emplacement d'une partie de l'ancienne ville romaine.

Malheureusement aucun objet n'a été retrouvé intact ; quelques fragments de chapiteaux, des montants de porte attestent par leur décoration élégante que les arts étaient en honneur à Apt comme dans toute la Gaule. Il semble qu'un incendie ait tout détruit : on trouve, en

effet, d'énormes tas de cendre et de bois à demi carbonisé, et ce n'est que grâce aux bétons très durs et aux mosaïques des maisons qu'on a pu reconstituer, et cela de façon assez vague, l'emplacement des habitations.

Ce quartier était abondamment pourvu d'eau, ainsi qu'en témoignent de nombreux tronçons d'aqueducs.

Tous venaient du sud de la ville, c'est-à-dire de la colline et du vallon de Rocsalière où de nombreuses sources jaillissent aujourd'hui encore ; mais elles ont dû être singulièrement plus abondantes et plus nombreuses autrefois, avant que ne fussent détruits les bois qui s'opposaient à un ruissellement trop intense sur les pentes rapides. Actuellement le ruisseau qui suit le fond du vallon est presque toujours à sec, sauf en plein hiver ou après un orage. Son rôle consiste, surtout dans sa partie inférieure, à servir d'égout à toutes les maisons qui le bordent, tandis qu'au moyen âge il était assez important pour faire tourner des moulins.

Les fouilles effectuées au quartier du Clos ont mis à jour encore des conduites en plomb et en maçonnerie qui amenaient l'eau dans une maison (sans doute la tuilerie) où elle était reçue dans des cuves en pierre. Enfin les habitants avaient creusé un puits qui atteignait la nappe aquifère à onze mètres de profondeur et dont on a retrouvé la margelle en parfait état de conservation.

Mais si le quartier du Clos a fourni le plus de renseignements sur le passé, il n'a pas été autrefois la partie la plus importante de la ville ; les monuments principaux étaient situés dans l'intérieur même de la cité et non pas sur la limite extérieure. Ainsi la sous-préfecture actuelle s'élève sur l'emplacement des Thermes, comme le prou-

vent les huit cabines en marbre blanc veiné qu'on a découvertes en même temps que les aqueducs et les tuyaux de plomb venant des collines de Rocsalière et de St-Martian.

La ville avait de l'eau en abondance : sur de nombreux points on trouve des tronçons d'aqueducs et des tuyaux en plomb qui distribuaient l'eau dans certains quartiers alors qu'un égout rejetait les eaux polluées dans le Calavon.

Aussi le culte des Nymphes était-il fort en honneur dans la région. On a découvert :

1° Une inscription aux Nymphes à St-Saturnin sur un autel :

NYMPHIS
V. S. L. M.
ATTIUS
ASPER

« (Ni)mphis (votum) s(olvit) l(ibens) m(erito) Attius Asper. »

Aux Nymphes Attius Asper en exécution de son vœu.

2° Une autre à Apt, sur un autel également, en l'année 1842 :

NYMPHIS
ATTIUS
V. S. L. M.

« Nymphis Atti(u)s v(otum) s(olvit) l(ibens) m(erito). »

Aux Nymphes Attius en exécution de son vœu.

Ces deux inscriptions ont été déposées au musée Calvet à Avignon.

3° Une troisième, au XVII[e] siècle, sur une pierre

enfouie au-dessus de la chapelle de St-Michel, aux environs d'Apt, près des restes d'un ancien aqueduc :

NIMPHIS
V. S. L. M.

« Nimphis v(otum) s(olvit) l(ibens) m(erito). »
Aux Nymphes en exécution de son vœu.
Le nom du dédicant manque.

4° Une dernière pierre votive en 1786 aux abords de la route romaine à la Madeleine :

NIMFIS
« Nymfis »
Aux Nymphes.

Il reste quelques vestiges de l'amphithéâtre, du Forum et peut-être du théâtre. Il n'y a plus trace de la basilique sur l'emplacement de laquelle la cathédrale actuelle a été construite. Mais les portiques du Forum sont encore parfaitement conservés, dans les caves des maisons avoisinant la cathédrale, sur plus de 50 mètres de longueur.

Un grand nombre de temples gallo-romains avaient été élevés sur le territoire de la colonie, on n'en a pas même retrouvé les ruines. Seules quelques inscriptions et aussi les autels qui ont résisté au temps permettent de reconstituer ce qui a été, en ces régions, le culte de Jupiter, de Mars, de Mercure et des autres divinités gallo-romaines.

Apt fut pendant l'empire une ville très prospère grâce à sa situation sur la voie Domitienne, ayant succédé à la voie d'Hercule, qui, joignant Milan à Arles, assurait les relations entre l'Italie du Nord et une grande partie de la Province.

La route ancienne apparaît encore telle qu'elle fut tracé par les Romains, sur la route nationale au rond-point de la Madeleine. Elle franchissait, à 8 kilomètres d'Apt, le Calavon sur le pont Julien, qui, malgré ses dix-huit siècles, est encore d'une solidité parfaite et résiste toujours aux crues parfois terribles du torrent. Classé comme monument historique, il est utilisé encore aujourd'hui et continuera sans doute à l'être lorsque les ponts modernes du voisinage auront dès longtemps disparu. En effet, les ponts de Bonnieux, de Lumières et d'Oppède jetés sur le Calavon en aval du pont Julien, sur un espace de moins de 10 kilomètres, ont été en moins de vingt ans successivement emportés ou considérablement endommagés.

La prospérité d'Apta Julia s'est prolongée jusqu'à la fin du V[e] siècle, c'est-à-dire jusqu'à la fin de la domination romaine à laquelle succéda celle des Burgondes.

A partir de ce moment l'histoire de la ville n'offre plus pour nous aucun intérêt. Retenons seulement la terrible épidémie de peste de 1720, qui fit de nombreuses victimes à Aix et à Marseille, et ne laissa pas indemne la région aptésienne. Par contre les diverses épidémies de choléra qui ont ravagé toute la Provence à différentes reprises n'ont jamais eu leur répercussion à Apt.

Et cependant nous avons vu que la situation sanitaire de notre ville est loin d'être satisfaisante.

CHAPITRE II

ÉTUDE GÉOLOGIQUE ET OROGRAPHIQUE DE LA RÉGION APTÉSIENNE

A. — Géologie

Apt est située au fond d'un vaste synclinal, orienté de l'Est à l'Ouest, formé par la chaîne du Luberon au Sud et par celle des monts de Vaucluse au Nord : ceux-ci ne sont, à bien considérer, qu'une expansion des monts de Lure et du Ventoux sur lesquels ils s'appuient. La ville est bâtie sur le Calavon, torrent presque toujours à sec, à 1.500 mètres en aval de son confluent avec la Doâ.

Le climat de notre région n'est pas tout à fait le climat méditerranéen, il est plus froid en hiver et plus chaud en été ; c'est celui de la Provence moyenne. Les différences d'altitude sont assez considérables, elles varient

de 222 mètres (Apt) à 1.200 mètres (sommet de la Garde sur les monts de Vaucluse).

Pendant l'ère secondaire, à l'époque crétacique, la mer occupait toute notre contrée où elle laissa déposer les puissantes assises calcaires du barrémien (300 mètres d'épaisseur) et celles du néocomien qui atteignent parfois 200 mètres.

Au-dessus d'elles l'Aptien inférieur est venu former d'importantes couches de calcaire (200 mètres de hauteur en certains endroits) qu'ont recouvert plus tard les marnes aptiennes, dont l'épaisseur ne dépasse pas 80 mètres dans les points où elles sont le plus développées.

L'époque albienne, qui vint ensuite, commença par une période d'érosion dont la conséquence fut d'enlever en grande partie les marnes précédemment déposées. Sur quelques points même, l'érosion fut si considérable que les marnes furent complètement emportées. C'est pourquoi à l'ouest d'Apt, au quartier de Roquefure, l'Aptien inférieur est mis à nu sur de larges surfaces ; et au nord-est, du côté de Gignac, les sables rouges et bigarrés, déposés après cette érosion, reposent directement sur l'Aptien inférieur sans l'intermédiaire des marnes, contrairement à ce que l'on observe dans la plupart des cas. Notons que les sables sus-aptiens (sables rouges et bigarrés) ne sont représentés qu'autour de la presqu'île, alors émergée, se détachant du massif des Maures-Esterel. Mais, à leur tour, les sables sus-aptiens, de structure friable, furent facilement entraînés par les eaux ; ceux qui restent à Gignac, Rustrel, Villars, St-Saturnin, Gargas et Roussillon sont exploités pour l'extraction des ocres. Dans la région de Roquefure à peine quelques îlots rougeâtres recouvrent çà et là l'urgonien.

Au début de l'ère tertiaire, un lac recouvrit toute la région d'Apt et une partie des Basses-Alpes, lac sur le fond duquel se déposèrent des calcaires en plaquettes renfermant de grandes quantités de sulfate de chaux qui alimentent actuellement les fours de St-Saturnin, de Ste-Radegonde, des Jean-Jean, des Ramades, etc. ; par réduction, ce même sulfate de chaux a donné lieu à des dépôts de soufre assez importants pour faire l'objet d'une exploitation à 3 kilomètres d'Apt, aux Tapets et aux Gondonnets. En même temps se déposaient les fameuses plâtrières du bassin d'Aix.

Le lac de Manosque, dont on trouve les marnes riches en lignite surtout dans les environs de Lincel, a déposé ses sédiments calcaires jusqu'à 7 kilomètres d'Apt sur le territoire des communes de St-Martin-de-Castillon, de Caseneuve et même plus près au sud-est d'Apt, au pied de la mollasse, quelque cent mètres au nord-ouest de Saignon.

Un bouleversement important marqua la fin de la période oligocène. C'est le moment où se formèrent la plupart des chaînes de montagne et, parmi elles, le Luberon, le Ventoux et les monts de Vaucluse. Ces soulèvements eurent pour conséquence de mettre à jour les terrains anciens recouverts depuis longtemps, de les relever de sorte que le sommet du Luberon et du Ventoux se trouvent formés par le barrémien et le néocomien.

Le synclinal qui venait ainsi de se former fut, à la période miocène, de nouveau envahi par la mer qui recouvrit de bancs de mollasse le calcaire lacustre, puis un nouveau mouvement d'exhaussement des montagnes se produisit, qui redressa la mollasse le long des pentes du Luberon comme on le voit à Oppède et à Bonnieux.

Pour rendre plus compréhensible la géologie d'Apt et de la région, nous avons établi quatre coupes.

La première passe par Apt et nous montre à son extrémité gauche, sur les monts de Vaucluse, un affleurement du néocomien c_{III}, c_{IV}, ensuite en $c_{II b}$ c_{II} les calcaires de l'Aptien inférieur, en a^1 les alluvions anciennes des environs de St-Saturnin, puis une cuvette remplie par les marnes aptiennes c_I, après en c^1 $c^{3\cdot 2}$ les grès et sables sus-aptiens, en $e^{3\cdot 2}$ les marnes et lignites de la Débruge, en $c_{II\cdot b}$ c_{II} le lit du Calavon et Apt au-dessus d'un affleurement de l'urgonien. Sur la rive gauche du torrent, une pente $m_{II a}$ a formée par du calcaire en plaquettes et surmontée en m^{3a} par un plateau de mollasse marine dans lequel se trouve creusé à pic le lit profond de l'Aiguebrun qui atteint le calcaire en plaquettes. On le retrouve de nouveau sur les flancs du Luberon en $m_{II}a$ de même que l'Aptien inférieur $c_{II\cdot}b$ $c_{II.}$ En c_{III} c_{IV} sur le sommet du Luberon reparaît de même le néocomien. Enfin, en m^{3a}, la pente sud de la montagne est constituée par de la mollasse marine.

La deuxième coupe, passant par les Gondonnets, à 3 kilomètres à l'est d'Apt, nous montre à peu près les mêmes terrains que la première. Sur les monts de Vaucluse, l'Aptien inférieur $c_{II\cdot b}$ c_{II}, la cuvette qui leur fait suite est considérablement rétrécie, il n'y a plus trace d'alluvions ; elle est occupée en partie par les marnes aptiennes c_I, en partie par les grès et sables sus-aptiens c^1 $c^{3\cdot 2}$ et les marnes et les lignites de la Débruge $e^{3\cdot 2}$. La Dôa, affluent du Calavon, les traverse. La vallée de la Dôa et celle du Calavon sont séparées par une colline constituée par une mince couche de calcaire à Planorbis

$e_{I\text{-}II}$ et par une masse importante de calcaire en plaquettes $m_{II}a$ très riche en sulfate de chaux. Le soufre, exploité dans les mines des Tapets et des Gondonnets, se trouve dans ces couches. Sur la rive gauche du Calavon le calcaire lacustre continue $m_{II}a$, il est surmonté par la mollasse m^{3a}.

La troisième coupe traverse le Calavon à 7 kilomètres d'Apt et joint les sommets les plus élevés des monts de Vaucluse, 1242, et du Luberon, 1125.

La configuration géologique est assez semblable à la précédente. Cependant les marnes aptiennnes c_I se font de plus en plus étroites et voisines toujours avec les sables sus-aptiens c^1 $c^{3\cdot2}$ qui ont pris au contraire une plus grande étendue ; les marnes et lignites de la Débruge $e^{3\cdot2}$ et le calcaire à planorbis $e_{I\text{-}II}$ précèdent toujours le calcaire en plaquettes $m_{II}a$ dont l'étendue s'est encore accrue. Il passe sur la rive gauche où la mollasse a presque complètement disparu.

Un point important à signaler est qu'au niveau du Calavon la coupe traverse l'Aptien inférieur. Cet affleurement s'étend entre deux failles du calcaire en plaquettes sur 800 mètres en largeur de l'ouest à l'est et 2.500 mètres en longueur du sud-ouest au nord-est, des environs d'Auribeau jusqu'au torrent qu'il traverse et auquel il fournit son lit. Il est probable que cette roche de l'Aptien inférieur se prolonge assez loin vers le nord et sur la rive droite du Calavon et forme non seulement un barrage qui arrête les eaux circulant sous les alluvions du Calavon, mais, par la faille qui la limite, leur permet de descendre dans la profondeur.

La quatrième coupe traverse, près des Guis, la nappe

aquifère qui va servir à l'alimentation de la ville d'Apt. Nous retrouvons les mêmes terrains, mais à côté du calcaire en plaquettes $m_{II}a$ nous rencontrons le calcaire de Vachères et les lignites de Manosque $m_I a$ $m_I c$. Le calcaire de la rive droite du Calavon est surmonté par la mollasse m^{3a} qui a disparu de la rive gauche en même temps que l'urgonien.

Les soulèvements qui ont modelé notre sol et transformé notre région plate en une contrée accidentée, dans les vallées de laquelle il semblerait qu'on dût trouver une grande quantité d'eau, ont eu des conséquences toutes opposées.

Les couches barrémiennes et néocomiennes qui ont formé le Ventoux et le Luberon ont été de véritables coins; elles ont pénétré de bas en haut, à travers les assises déjà déposées au-dessous d'elles, les ont soulevées et écrasées en quelque sorte les unes contre les autres. Deux soulèvements se sont succédés, l'un antérieur, l'autre postérieur à la mollasse : c'est ce dernier surtout qui a produit ces poussées devant lesquelles ont cédé et les couches peu résistantes du calcaire lacustre du lac d'Apt ou de Manosque et les couches autrement puissantes et solides du calcaire de l'Aptien inférieur.

Le sol résultant de ce long travail géologique est assez accidenté et ne possède pas la fertilité très grande des plaines des environs d'Avignon et des terrains bordant la Durance à Pertuis, Cadenet, Lauris, Cavaillon; cependant la végétation y est assez vigoureuse.

Si l'Aptien inférieur, formant les pentes sud des monts de Vaucluse, est pour la plus grande partie dénudé, ne présentant que quelques rares forêts, par contre, le néocomien des pentes nord du Luberon dispa-

rait sous les forêts de hêtres et de chênes verts, peut-être aussi à cause de l'exposition : les adrets dans nos régions étant toujours moins boisés que les ubacs.

L'effritement de la mollasse qui recouvre le calcaire lacustre est propre à la culture des céréales, elles y prospèrent lorsque la sècheresse ne se fait pas trop sentir ; malheureusement le manque d'eau est fréquent dans notre région et le soleil brûlant de l'été cause parfois beaucoup de dommages.

Le calcaire en plaquettes fournit également, par sa décomposition, un terrain plus fertile même que le précédent et sur lequel les céréales donnent un meilleur rendement. Les amandiers, les oliviers, la vigne y sont cultivés avec succès ; il constitue la partie la plus importante de terrain arable aux environs d'Apt.

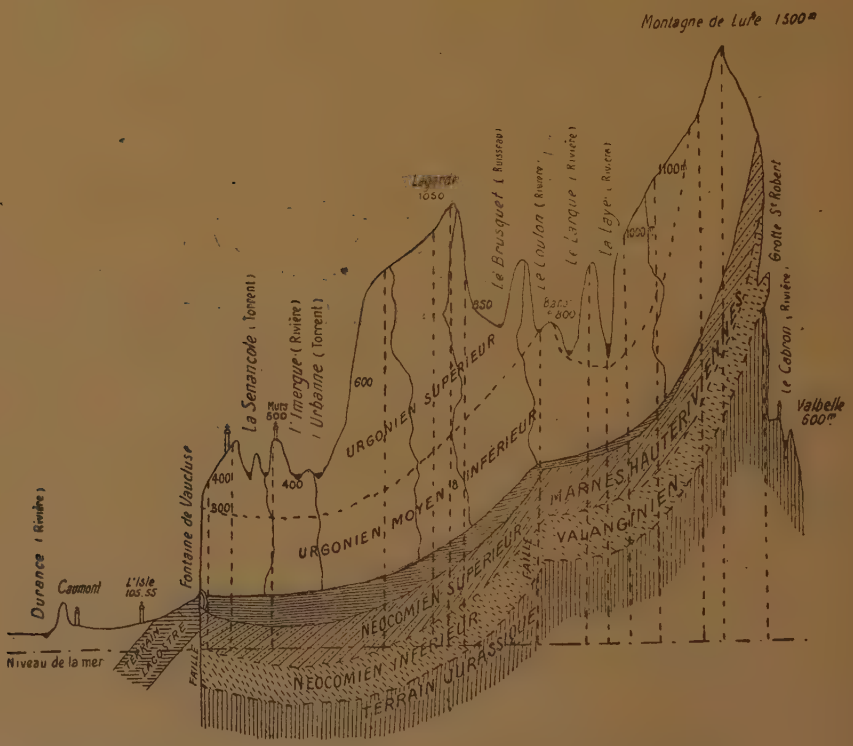
Enfin les alluvions qui occupent le fond de la vallée du Calavon ou le fond des vallons qui en dépendent sont d'une fertilité plus grande encore ; elles occupent seulement un espace trop restreint. On les utilise pour les prairies artificielles et la culture des légumes qui réclament des irrigations abondantes.

Les marnes aptiennes, situées entre St-Saturnin et Apt, forment la région la plus riche des environs ; il ne faut pas cependant que l'argile s'y trouve en trop grande quantité, sous peine d'avoir un sol d'une stérilité absolue comme au quartier des Argiles (commune de Gargas).

Enfin il nous reste à mentionner les plantations luxuriantes de chênes truffiers, établies d'abord sur les alluvions anciennes, surtout dans les environs de St-Saturnin. Depuis quelques années cette culture a pris une extension considérable. Elle s'est répandue sur diverses communes et sur des terrains très différents.

B. — **Orographie**

Les divers soulèvements étudiés plus haut ont donné un sol absolument fissuré qui, surtout celui de l'Aptien inférieur, laisse l'eau s'infiltrer dans la profondeur : d'immenses espaces des monts de Vaucluse, notamment



Coupe en long (de Sisteron à Avignon) *du Bassin de la Fontaine de Vaucluse.* (d'après Dyrion).

vers St-Christol, n'ont aucune source, pas même de puits, car il n'existe pas de nappe phréatique. L'eau, par les fissures du sol, par les avens, se perd dans les

entrailles de la montagne jusqu'à ce qu'elle rencontre la couche imperméable de barrémien et va sourdre au loin, à l'extrémité ouest de la chaîne, de manière à former à Vaucluse la source merveilleuse chantée par Pétrarque.

Nous empruntons à un travail de M. Imbeaux, publié dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, 1910 (t. X, p. 180), une carte qui donne une idée exacte de la formation de la Fontaine de Vaucluse.

Le fond de la vallée du Calavon est un peu mieux partagé. La mollasse, là où elle existe, repose sur le calcaire lacustre et, très souvent, entre les deux, se trouvent des couches argileuses ou marneuses plus ou moins imperméables qui retiennent les eaux. Aussi si l'on consulte la carte que nous avons établie d'après la carte géologique de France (feuille 223) et la carte qui accompagne la statistique du service hydraulique dressée en 1901 par le service des ponts et chaussées d'Apt, est-il facile de s'apercevoir qu'une partie des sources vient sourdre au niveau de la ligne de partage de la mollasse et du calcaire lacustre. Cette disposition est évidente surtout pour la bordure nord du large plateau de mollasse situé au sud d'Apt; on peut faire la même observation pour les sources placées à l'est du plateau de Viens. Si les sources du Lauron (n° 21) et des Aubert (n^{os} 18, 19, 20) paraissent échapper à la règle, c'est que l'eau, après avoir quitté la mollasse, passe sous le talus des marnes rouges de Viens pour reparaître au fond de la vallée sur les bords du Calavon.

Le calcaire lacustre étant entrecoupé de nombreuses couches d'argile, les sources se trouvent, soit le long des ravins qui occupent ces bandes de calcaire, comme nous le voyons au nord-ouest de Caseneuve, soit au fond de la vallée, là où le calcaire repose sur des couches

imperméables d'argile ou sur les masses non fissurées de l'urgonien.

D'autres sources de très peu d'importance sont échelonnées le long de la Riaille, qui, venue du Villars, ravine les marnes aptiennes et vient se jeter dans le Calavon à 1.500 mètres en aval d'Apt.

Enfin 5 à 6 sources de très faible débit sont échelonnées dans la vallée de la Doâ, près de Rustrel et de Gignac.

Toutes les sources relevées par le service hydraulique sont au nombre de 120 et leur débit total est de 274 litres à la seconde, soit une moyenne de 2 lit. 28 par source. Celles qui atteignent ou dépassent 4 litres sont au nombre de 20; 3 seulement débitent plus de 10 litres; l'une d'elles, les Laurons (n° 21) à Viens, 22 kilomètres d'Apt, donne 31 litres à la seconde.

Après avoir consulté les registres de l'Observatoire météorologique d'Apt (1) (mis obligeamment à notre disposition par M. Grégoire, directeur de l'Observatoire) pour nous renseigner sur la relation entre l'eau tombée sur la région qui nous occupe et le volume total des sources, nous avons obtenu les résultats suivants :

En 1907 il est tombé		857 mm. 3
1908	—	513 mm. 6
1909	—	706 mm. 7
1910	—	913 mm. 2
1911	—	805 mm. 3
1912	—	844 mm. 3

Ce qui nous donne comme moyenne annuelle 773 mm. 4.

(1) Voir en appendice les observations pluviométriques de juillet 1912 à décembre 1913.

La surface représentée par notre carte est de 261.120.000 mq. ou 261 kilomètres carrés qui, multipliés par 773,4, donne la moyenne du volume d'eau tombée annuellement, soit 201.845.760 mc. dont 8.801.066 mc. ressortent sous forme de sources. Le reste représente l'évaporation, le ruissellement, l'infiltration profonde qui se fait surtout sur l'Aptien inférieur.

Si nous avions fait porter notre étude plus au nord dans la région de St-Christol et plus à l'ouest dans le canton de Gordes, la proportion d'eau infiltrée eût été encore plus considérable.

Les chiffres que nous donnons sont, très sensiblement, l'expression de la vérité. On peut objecter cependant que le travail du service hydraulique n'a pas compris toutes les sources, soit par omission, soit à cause de leur trop faible débit ; mais, pour nous qui connaissons la région, nous pouvons affirmer que le relevé de toutes les sources ne modifierait que très peu les résultats que nous avons obtenus. Nous avons cru toutefois devoir ajouter celle de Fondeluigne (St-Martin-de-Castillon) qui a fait l'objet d'un projet d'adduction, quoiqu'elle soit de peu d'importance, pour l'alimentation de l'agglomération en eau potable ; celle de Barriés, entre Caseneuve et Gignac, à cause de ses propriétés purgatives ; celle du rocher de Sivergues comme type d'eau de mollasse pure et à Apt celle de St-Martian qui contribue à l'alimentation de la ville, enfin celles de Mme Creste au quartier de l'hôpital et Mlle Moirenc au ballet, pour les comparer entre elles : elles émergent l'une et l'autre du calcaire en plaquettes, la première sur la rive gauche, la seconde sur la rive droite du Calavon.

Il est une remarque générale à faire pour la composition de ces 120 sources dont on trouvera la liste en

appendice. Elles ont un degré hydrotimétrique bien moins élevé quand elles proviennent de la mollasse directement que si elles ont traversé le calcaire lacustre. Ainsi l'eau du rocher de Sivergues qui émerge de la mollasse n'a que 13° comme titre hydrotimétrique; celles des fontaines de Saignon venant du même plateau ont une composition analogue ; il en est à peu près de même pour la source de Fumières à la limite du territoire d'Apt et de Bonnieux : cependant elle est un peu plus chargée que les précédentes (21°), parce que, si elle a son origine réelle dans la mollasse, elle traverse, avant son émergence, une certaine quantité de calcaire en plaquettes.

Il est aussi intéressant de constater que les eaux du calcaire lacustre lui-même ont une composition assez différente suivant qu'elles se trouvent sur la rive droite ou sur la rive gauche du Calavon. Les eaux venant des pentes de calcaire en plaquettes situées au sud d'Apt sont moins chargées en sulfate de chaux que celles qui sont au nord. Ceci pour deux raisons sans doute. D'une part les pentes du sud et du sud-est de la ville sont surmontées d'un immense plateau de mollasse, de sorte que la plupart des eaux qui émergent de ces pentes ont d'abord traversé la mollasse, s'y sont chargées de carbonate de chaux avant d'atteindre le calcaire lacustre ; sur la rive droite nous avons vu qu'il n'y avait pas de banc de mollasse surmontant les coteaux de Notre-Dame de la Garde, des Tapets et de la partie ouest de Caseneuve.

D'autre part, le calcaire de la rive droite est beaucoup plus riche en sulfate de chaux que celui de la rive gauche. C'est là que nous avons signalé les mines de soufre des Tapets et les carrières de plâtre, situées au-

dessus des Ramades. C'est pourquoi les eaux de Viton et des Ramades qui alimentent la ville et proviennent de ces coteaux renferment en moyenne, la première 115 milligr. et la seconde 214 milligr. de sulfate de chaux.

Si ces observations avaient été faites lors du projet d'adduction d'eau des Ramades, en 1877, jamais on n'aurait pensé à s'adresser à la rive droite du Calavon pour l'alimentation de la ville, alors que des sources plus abondantes et de meilleure qualité existaient sur la rive gauche.

Mais un défaut commun à toutes ces eaux, aussi bien celles de la rive droite que celles de la rive gauche, est leur contamination facile, grâce au calcaire fissuré d'où elles émergent. Aussi, comme nous le verrons plus tard, les eaux de St-Martian, de Viton et des Ramades renferment-elles les unes et les autres une assez grande quantité de microbes, parmi lesquels nous avons décelé le bacterium coli.

CHAPITRE III

ANALYSES CHIMIQUE ET BACTÉRIOLOGIQUE

A. — Historique

Jusqu'au milieu du siècle dernier, grâce à l'ignorance où l'on se trouvait de l'existence des microbes, il était tout naturel que l'analyse chimique seule eût de l'importance aux yeux des hygiénistes. La recherche des sels dissous dans l'eau n'est pas chose récente, puisqu'on en retrouve des tentatives au XVII[e] siècle.

MM. Ogier et Bonjean (1) nous apprennent que R. Boyle, le premier, en 1669, proposa l'emploi de certains réactifs pour l'étude des eaux, mais spécialement des eaux minérales. Ces essais étaient bien modestes, mais,

---

(1) Brouardel et Mosny. — Le sol et l'eau, p. 913. Librairie Baillière, éd. 1906.

à partir de ce moment, les travaux relatifs à cette étude deviennent plus nombreux ; ils se limitent toujours cependant à la recherche des éléments minéraux. Enfin, en 1778, un Suédois, Scharemberg, élève de Bergmann, essaie de doser la matière organique par l'intermédiaire du nitrite de mercure.

Déjà, à la fin du XVIII[e] siècle, les connaissances sur l'analyse de l'eau potable sont assez étendues.

Bergmann, dans « les Opuscules », les a résumées avec grand soin ; ses expressions sont pittoresques et nous font parfois sourire. Il nous dit :

« Les eaux tiennent quelquefois mécaniquement des parties très subtiles de silex, de chaux, de magnésie et d'argile. L'argile diminue leur limpidité et produit une couleur qui approche de l'opale.....

» L'acide aérien se trouve aussi dans toutes les eaux, mais en quantité bien différente, depuis une centième partie de leur volume jusqu'à un volume égal. Il s'élève avec l'air pur sous la machine pneumatique et donne à l'eau une saveur fraîche, agréable, piquante et salutaire.

» La chaux s'y trouve fréquemment engagée avec les acides aérien ou vitriolique ou nitreux ou marin.

» Le fer est, de tous les métaux, celui qu'on y trouve le plus ordinairement, quelquefois aéré, quelquefois à l'état de sel marin martial. »

De jour en jour les méthodes d'analyse se sont perfectionnées ; aujourd'hui on fait, des éléments dissous dans l'eau, des dosages de la plus grande précision.

Cependant la nature chimique de l'eau n'a pas seule préoccupé les hygiénistes.

Déjà Hippocrate recommandait aux malades de ne boire que de l'eau de pluie bouillie.

Au Ier siècle de notre ère, Rufus d'Ephèse (1) disait : « Les eaux des fleuves et des étangs sont toutes mauvaises, excepté celle du Nil. Les eaux de rivière qui traversent des terrains malsains... les eaux stagnantes... celles qui passent dans le voisinage des bains publics... toutes ces sortes d'eaux sont nuisibles. La meilleure eau est celle que l'on fait bouillir dans des vases en terre cuite, puis refroidir, puis chauffer à nouveau avant de la boire. »

Au XIIIe siècle, Aldrovantin, dans le régime du corps (2), consacre plusieurs chapitres à la question de l'eau. Il écrit : « L'eau potable doit être claire avant tout, n'avoir aucune saveur, aucune odeur, aucune couleur. » (p. 17).

« Si en voyage on n'a à sa disposition que de la mauvaise eau on peut la faire bouillir.... On peut aussi la filtrer à travers une étoffe épaisse, on la distille à la manière de l'eau de rose....

S'il est impossible de purifier l'eau par les moyens ci-dessus indiqués, et si on est obligé de boire une eau suspecte, il faut user de vin, de vinaigre.... » (p. 70).

Ces prescriptions, aussi bien celles faites aux Grecs il y a 18 siècles par Rufus d'Ephèse, que celles ordonnées par Aldrovantin au XIIIe siècle, ne peuvent être que le résultat d'observations répétées sur les relations existant entre certaines maladies et la consommation de telle ou telle eau, puisque rien ne permettait de déceler la pré-

---

(1) L'eau, 3e année, n° 6.

(2) Le régime du corps, de maître Aldrovantin (de Sienne), texte français du XIIIe siècle, publié pour la première fois par Landouzy et Pépin (Champion, 1911).

sence des germes, cause de ces maladies. Il a fallu attendre bien longtemps, jusqu'au XVII[e] siècle, pour qu'un Hollandais, Leeuwenhoeck, parlât le premier de l'existence d'organismes invisibles à l'œil nu. Comme tout moyen d'observation il avait de petites lentilles simples biconvexes et, malgré des instruments aussi rudimentaires, il put tout de même déceler diverses formes de microbes en bâtonnets, en filaments droits ou courbés. Mais après lui cette étude trop difficile fut délaissée jusqu'au jour où le microscope composé permit des observations plus faciles et plus complètes.

Au XIX[e] siècle seulement, l'étude des microbes fit des progrès rapides et les remarquables travaux de Pasteur surtout ont montré la place qu'il fallait attribuer aux microbes dans les maladies contagieuses. Depuis on s'est préoccupé de plus en plus de leur recherche et des moyens de les combattre. L'analyse bactériologique de l'eau devenait un travail nécessaire. Il est, en effet, de la plus grande importance de connaître la teneur en microbes des eaux livrées à la consommation. Aussi tous les efforts et toutes les recherches ont-ils porté dans ce sens, si bien qu'on en est arrivé à négliger parfois un peu l'analyse chimique au bénéfice de l'analyse bactériologique.

M. Martel (1) dit : « Il faut bien préciser que la pureté chimique a de beaucoup cédé le pas à la pureté bactériologique. » D'autre part, MM. Ogier et Bonjean (2) ont écrit : « L'hygiéniste ne devra jamais oublier que, au point de vue de la santé publique, le choix de l'eau

(1) Brouardel et Mosny. — *Loc. cit.*, p. 161.
(2) Brouardel et Mosny. — *Loc. cit.*, p. 212

potable doit être basé sur la pureté constante de cette eau bien plus que sur la proportion plus ou moins grande des sels minéraux qu'elle renferme. »

Cependant, s'il est vrai que les microbes sont la cause première de la plupart des maladies, il faut aussi, pour favoriser leur développement et leur permettre d'occasionner leur ravage, que le terrain soit favorable. La tuberculose, par exemple, a bien son microbe parfaitement connu, isolé et déterminé, mais combien de personnes respirent impunément le bacille de Koch, alors que d'autres, placées dans les mêmes conditions, tombent gravement malades !

C'est la décalcification des tissus qui fournit le terrain favorable au développement de cette terrible maladie. A plusieurs reprises le docteur Ferrier (1) a constaté qu'un traitement calcifiant ordonné pour les dents avait amené des améliorations et même des guérisons chez des malades. « Cette observation confirme dans mon esprit la pensée que la calcification générale était bien le traitement de la tuberculose », écrit-il.

D'autre part, des observations faites en Allemagne viennent appuyer la thèse soutenue par Ferrier. Un docteur de Berlin, M. H. Rœmen, établit une relation entre la dureté de l'eau et l'état général de la santé. Il pense qu'on n'apporte pas assez d'attention à la partie minérale de l'alimentation. Il appuie ses dires sur des observations publiées dans la *Revue allemande d'odontologie*, 1904-1908, qui montrent le parallélisme

(1) Ferrier.— La guérison de la tuberculose. Vigot frères, 1906.

entre l'état de la dentition et la dureté de l'eau de boisson.

Par exemple, à Fribourg-en-Brisgau, où l'eau de boisson a 2°2, le nombre de dentitions entièrement saines est de 1,3 p. 100; à Hanovre, où l'eau a 17°9, on atteint le chiffre de 3,9 p. 100, et enfin à Frankenhouse, où l'eau atteint le chiffre de 54°8, le nombre des dentitions saines est de 21 p. 100.

On a remarqué également que, dans les régions où les eaux sont plus dures, la quantité de jeunes gens aptes au service militaire est plus considérable. Il semblerait donc que les personnes qui recherchent les eaux de boisson à faible degré hydrotimétrique soient dans l'erreur.

Hempel, de Dresde, disait il y a quelques années : « L'eau tendre pour la baignoire et la chaudière, l'eau dure pour la carafe. »

Le principal élément qui fournit la dureté de l'eau est la chaux ; mais celle-ci peut se trouver sous deux formes : à l'état de sulfate ou à l'état de carbonate, et suivant que c'est à l'un ou à l'autre de ces sels que l'eau doit son degré hydrotimétrique élevé les résultats sont différents.

En effet, le docteur Ferrier a constaté que les eaux chargées en sulfate de chaux favorisent la décalcification, alors que les eaux chargées en carbonate aident, au contraire, à la recalcification de l'organisme et préviennent ainsi la tuberculose. Après une minutieuse enquête il a pu établir que les stations les meilleures pour les malades sont celles alimentées par des eaux fortement carbonatées, mais contenant très peu de sulfate, telles que Cannes, Menton, Alger, tandis que les médecins hésitent à envoyer les tuberculeux à Beaulieu,

dont le climat est pourtant très doux, mais qui ne possède qu'une eau trop fortement sulfatée. C'est pour des raisons analogues que Vittel, Contrexeville sont tout à fait contre-indiquées comme séjour aux malades atteints de tuberculose.

Il n'est pas indifférent même pour les bien portants de boire telle eau plutôt que telle autre et l'on voit l'importance qu'on doit donner à l'analyse chimique, dont les hygiénistes avaient tendance à se préoccuper de moins en moins ces dernières années.

D'après ce qui précède il est naturel que, si nous avons fait des analyses bactériologiques, nous ayons aussi réservé une large place au dosage précis des sels dissous dans l'eau.

B. — **Méthodes d'analyse chimique**

Dans les eaux que nous avons étudiées nous nous sommes contentée de doser les sels minéraux et la matière organique ; pour y arriver nous avons employé les méthodes suivantes :

Prélèvement et transport des échantillons.—Nous avons recueilli chaque fois 5 litres d'eau dans des flacons d'un litre en verre blanc, fermés avec des bouchons neufs. Avant de puiser l'eau, les bouteilles ont été lavées à l'acide sulfurique, puis à l'eau distillée, et enfin rincées plusieurs fois avec l'eau à analyser.

Détermination du résidu fixe. — Dans une capsule en platine tarée, un litre d'eau est évaporé au bain-marie, à l'abri des poussières du laboratoire. La capsule est por-

tée ensuite à l'étuve à 180° jusqu'à poids constant ; la différence entre le poids de la capsule avant et après l'opération donne le poids du résidu fixe.

Perte au rouge. — La capsule contenant le résidu fixe est portée à la température du rouge vif dans la flamme d'un bec Bunsen pendant quelques secondes et à plusieurs reprises jusqu'au moment où l'on ne constate aucune différence de poids entre deux pesées successives. Après refroidissement de la capsule et reconstitution des carbonates à l'aide d'une solution de carbonate d'ammoniaque au 1/10 la capsule est chauffée de nouveau, mais seulement jusqu'au rouge sombre, et pesée. La perte de poids subie par la capsule dans cette nouvelle opération, donne d'une manière approximative la quantité de matière organique, plus la perte subie par la décomposition de certains sels.

Dosage du chlore. — Un litre d'eau est évaporé à un faible volume puis acidulé par AzO^3H. Le chlorure est précipité dans ce liquide par une solution de AzO^3Ag. Le chlorure d'argent est lavé, séché, puis fondu avec précaution et pesé ; on calcule alors le poids de Cl contenu dans l'eau soumise à l'expérience.

Dosage de la silice. — Le résidu au rouge, après reconstitution des carbonates, est repris par de l'eau distillée bouillante, additionnée de HCl pour dissoudre les sels. Le liquide obtenu est évaporé a siccité au bain-marie, le résidu de l'évaporation est chauffé à l'étuve à 130° pour insolubiliser la silice, puis repris par HCl pur qu'on laisse en contact un moment, enfin on ajoute de l'eau distillée chaude. La silice reste insoluble, elle est recueillie sur un filtre, lavée, séchée, incinérée et pesée. On a ainsi la quantité de silice renfermée dans un litre d'eau.

Dosage du fer et de l'alumine. — Ces deux corps étant en faible quantité ont été dosés ensemble. Les eaux de lavage résultant du dosage de la silice sont additionnées d'ammoniaque, qui précipite le fer et l'alumine. Le précipité formé est filtré, lavé et calciné ; il donne la somme du fer et de l'alumine à l'état de sesquioxydes ($Fe^2O^3 + Al^2O^3$).

Dosage de la chaux. — Dans la liqueur, séparée des deux corps précédents, en présence de chlorhydrate d'ammoniaque pour empêcher la précipitation de la magnésie, de l'ammoniaque et de l'oxalate d'ammoniaque sont ajoutés en excès. On laisse le précipité d'oxalate de chaux se former pendant quelques heures, puis, après l'avoir recueilli, lavé à l'eau distillée bouillante et séché, on le calcine avec toutes les précautions d'usage pour ne pas dissocier le carbonate de chaux. On peut aussi transformer le précipité en sulfate de de chaux avec une solution étendue de SO^4H^2. On dessèche, on calcine et on pèse.

Dosage de la magnésie. — Après précipitation de la chaux, le filtratum est évaporé à siccité, calciné pour chasser les sels ammoniacaux, puis repris par de l'eau additionnée de quelques gouttes de HCl. On précipite par le phosphate d'ammoniaque en présence d'un excès d'ammoniaque. Le précipité, lent à se former, est laissé 24 heures au repos, puis recueilli, lavé avec une solution d'ammoniaque au 1/5, séché et calciné pour obtenir du pyrophosphate de magnésie, transformé ensuite par le calcul en MgO.

Recherche de l'ammoniaque. — Nous avons employé le procédé de Trillat et Turchet.

Dans un tube à essai on met 20 à 30 cc. d'eau, on ajoute 3 à 4 gouttes d'une solution d'iodure de potassium au

1/10, puis trois gouttes d'eau de Javel du commerce. S'il y a seulement 2 mmgr. d'ammoniaque par litre, il se produit un précipité noir d'iodure d'azote ou, si l'ammoniaque est en très faible quantité, on a une simple coloration brune.

Recherche des nitrites. — On ajoute à 15 à 20 cc. d'eau acidulée par de l'acide sulfurique, 1/2 cc. environ de réactif composé de 50 cc. de méta-phénylène-diamine dans 100 cc. d'eau distillée additionnée de quelques gouttes de HCl ou SO^4H^2. Si l'eau contient de l'acide nitreux il se produit une coloration variant du rouge feu au jaune selon la proportion de cet acide.

Dosage des nitrates. — 10 cc. d'eau sont évaporés au bain-marie, on ajoute sur le résidu 1 cc. d'acide sulfo-phénique dont on l'imprègne bien, puis 5 cc. d'eau distillée et 10 cc. d'ammoniaque au 1/3. Il se produit une coloration jaune due au picrate d'ammoniaque formé, d'autant plus intense qu'il y a davantage de nitrates. A l'aide d'une solution titrée de nitrate de potasse on recommence la même opération. Par comparaison entre la teinte obtenue avec l'eau et celle donnée par la solution de nitrate on dose la quantité d'acide azotique contenue dans l'échantillon.

Recherche des phosphates. — 200 à 250 cc. d'eau additionnés de quelques gouttes d'acide azotique sont évaporés jusqu'à 20 cc. environ, après avoir ajouté 10 cc. de réactif molybdique on maintient au bain-marie quelques minutes ; la présence des phosphates se manifeste par une coloration jaune.

Dosage des sulfates. — Il faut faire cette recherche au moins sur 500 cc. d'eau concentrés à un petit volume par évaporation en présence d'un peu de HCl. Les sulfates sont précipités avec une solution de chlorure de baryum

en prenant toutes les précautions voulues. On laisse au repos quelques heures, puis après avoir filtré, lavé, séché et pesé le précipité, le poids de sulfate de baryte trouvé est transformé en acide sulfurique anhydre SO^3.

Matières organiques. — En général on fait deux séries d'opérations : l'une en solution alcaline en présence de bicarbonate de soude, l'autre en solution acide à l'aide de l'acide sulfurique. C'est sur la propriété qu'a le permanganate de se décolorer en présence des matières organiques qu'est basé ce dosage.

On opère d'abord sur 100 cc. d'eau, puis sur 200 ; par différence entre les deux résultats trouvés on a la quantité d'oxygène absorbé par 100 cc. d'eau.

Hydrotimétrie. — L'analyse hydrotimétrique donne des indications utiles sur la dureté d'une eau.

Nous l'avons déterminée d'après les méthodes connues:

1° Le degré hydrotimétrique total ;

2° Le degré hydrotimétrique permanent.

Degré alcalimétrique. — On additionne 100 cc. d'eau de quelques gouttes d'hélianthine, puis on verse une solution N/10 d'acide sulfurique jusqu'à coloration rose. D'après le nombre de cc. de SO^4H^2 N/10 employés, on déduit le degré alcalimétrique de l'eau qu'on exprime en SO^4H^2.

C. — Méthodes d'analyse bactériologique

Une eau est bactériologiquement mauvaise lorsqu'elle renferme des microbes pathogènes ; mais elle doit être considérée comme suspecte si on y constate la présence

d'une trop grande quantité de germes réputés inoffensifs.

Nous avons donc eu à nous assurer du nombre de microbes contenus dans les eaux soumises à notre analyse et de la qualité de ces microbes.

Détermination des microbes. — Nous avons d'abord recherché les bactéries pathogènes ou suspectes, puis nous avons tâché de déterminer le plus grand nombre possible de germes saprophytes.

Coli-bacille :

En premier lieu, nous avons fait la recherche du coli-bacille. Pour cela, nous nous sommes servie de la méthode de Vincent qui se base sur l'observation suivante : Le bacille coli pousse bien en milieu phéniqué à 1‰, alors que le développement de la plupart des autres espèces se fait difficilement.

De plus, le coli possède des caractères spéciaux que nous avons recherchés et qui permettent de le déterminer aisément. Nous ne nous étendrons pas sur la description de ces caractères connus de tous : mobilité, coagulation du lait, formation d'indol, gram négatif, etc.

Par divers réensemencements des colonies poussées sur plaques de gélatine, nous avons pu déterminer les espèces dont nous allons donner la description.

Bacillus fluorescens liquefaciens (1) :

1° Bacilles très mobiles.

2° Ne prennent pas le gram.

3° Sur plaques de gélatine, de petites colonies circu-

---

(1) Gessard.— Sur la fonction fluorescigène des microbes (Ann. de l'Inst. Pasteur, VI, 1892, p. 801).

Duncamp et Planchon. — Comp. rendus de la Soc. de Biologie, 1891, série 10, I, p. 266.

laires grises apparaissent d'abord, elles s'entourent très rapidement d'une zone de liquéfaction. Le pourtour de la gélatine se colore en vert. Cette colonie atteint en général de grandes dimensions.

En piqûre la gélatine est rapidement liquéfiée, le liquide est trouble et présente une fluorescence verte.

4° Sur gélose, colonie blanc jaunâtre.

5° Dans le bouillon, trouble avec dépôt assez épais au fond du vase, le liquide devient fluorescent, il est dichroïque, jaune par transmission, vert par réflexion. A la longue le liquide s'éclaircit et la fluorescence diparaît.

La présence de ce microbe dans les eaux peut être l'indication d'une souillure animale.

Bacillus fluorescens non liquefaciens :

Ce microbe présente en général les mêmes caractères que le bacillus fluorescens liquefaciens. Il en diffère surtout en ce qu'il ne liquéfie pas la gélatine, il diffuse seulement, autour des colonies, une coloration verte.

Pas plus que le précédent il n'est le signe d'une eau bonne et pure.

En dehors du coli nous n'avons relevé dans les eaux soumises à notre analyse que ces deux microbes suspects, les autres sont saprophytes et leur présence dans l'eau n'a pas lieu de nous la faire rejeter, pourvu qu'ils ne soient pas en quantité trop considérable.

Bacillus liquidus (Frankland) :

1° Sur plaques de gélatine, colonies rondes, lisses, blanchâtres, promptement liquéfiantes.

2° Sur gélose les cultures sont unies et brillantes.

3° Le bouillon se trouble et se recouvre d'une pellicule (Dans nos cultures en bouillon nous n'avons jamais

observé la présence de pellicule). De plus nous avons constaté que ces bacilles ne prenaient pas le gram.

Bacillus subtilis (1) :

1° Ils ont des mouvements vifs quand les bacilles sont isolés, en général ils forment des chaînes très longues à mouvements lents. Leur enchevêtrement donne des voiles épais à la surface des liquides.

2° Ils prennent le gram.

3° Sur plaques de gélatine, colonies rondes jaunâtres qui s'étalent en taches transparentes à la surface. Vers le 5e jour la liquéfaction commence.

En piqûre, mince culture blanche, la gélatine se liquéfie, le liquide, trouble au début, s'éclaircit. A la surface il se forme une pellicule blanche épaisse.

4° Sur gélose, couche blanche, abondante, se transformant en une membrane épaisse et ridée devenant jaunâtre.

5° Sur pomme de terre, développement rapide, culture épaisse ridée et brune en vieillissant.

6° Dans le bouillon, trouble d'abord, puis il se forme un voile blanc mince qui, par la suite, se ride, devient sec et adhère fortement aux parois du vase, le liquide sous-jacent devient clair.

Bacillus aurantiacus :

1° Ils sont mobiles.

2° Sur plaques de gélatine ils donnent des colonies rondes, jaune orangé, non liquéfiantes.

En piqûre le développement ne se fait qu'à la surface.

3° Sur gélose, culture jaune orangé.

---

(1) Nicolle. — Action du B. subtilis sur diverses bactéries (Ann. Inst. Pasteur, XXI, 1907, p. 613).

1° Dans le bouillon, dépôt jaune orangé au fond du tube.

Micrococcus aquatilis :

1° Ils sont immobiles et réunis par groupes irréguliers.

2° Ils restent colorés par la méthode de Gram.

3° Sur plaques de gélatine, colonies rondes, blanches comme de la porcelaine, la gélatine n'est pas liquéfiée.

4° Sur gélose, couche blanche.

Micrococcus corallinus :

1° Ils prennent le gram.

2° Sur plaques de gélatine, ils donnent de petites colonies roses régulièrement arrondies, la gélatine n'est pas liquéfiée.

En piqûre, il se forme à la surface un bouton aplati rouge brique qui se continue dans la gelée par une courte tige ; dans le reste du trajet, développement peu apparent.

3° Sur gélose, large colonie formant un enduit rouge.

4° Le bouillon se trouble et il se fait un dépôt rosé.

Micrococcus luteus :

1° Ils ne prennent pas le gram.

2° Ils sont mobiles, disposés en diplocoques, mais aussi en amas ou chaînettes.

3° Sur plaques de gélatine, colonies jaune soufre, la gélatine est lentement liquéfiée.

En piqûre, le développement se fait à la surface, on a un disque jaune, la gelée au-dessous se colore en brun rouge.

4° Sur gélose, la culture est jaune abondante.

Nous avons eu, en général, les caractères de ce microbe, cependant nous n'avons pas constaté de liquéfaction de la gélatine ni sa coloration brun rouge.

En résumé, nous avons trouvé parmi les germes sus-

pects : le coli-bacille, le bacillus fluorescens liquefaciens et le bacillus fluorescens non liquefaciens ; parmi les germes saprophytes, nous avons isolé : le bacillus liquidus, le bacillus subtilis, le bacillus aurantiacus, le micrococcus aquatilis, le micrococcus corallinus et le micrococcus luteus.

CHAPITRE IV

ALIMENTATION DE LA VILLE JUSQU'EN AOUT 1913

Jusqu'à ces derniers mois, Apt utilisait des eaux d'origines différentes : des puits, presque tous abandonnés, quelques petites sources appartenant à des particuliers, et pour l'alimentation publique trois sources, Saint-Martian, Viton et les Ramades (V. carte).

Les deux premières, si on en croit les documents, auraient été utilisées il y a fort longtemps. Nous avons vu (Chapitre II) que les Romains avaient capté l'eau venant de la colline de Saint-Martian pour alimenter leurs Thermes. Quant à la source de Viton, les travaux de captage consistaient en partie, il y a quelques années, en une canalisation en béton construite au XIII[e] siècle. La source des Ramades, par contre, n'a été captée et amenée à Apt qu'en 1877.

Les eaux publiques étaient distribuées : 1° à 30 fontaines dont 2 pour l'eau de Saint-Martian, 15 pour la source de Viton et 13 pour celle des Ramades ; 2° dans

les habitations, soit que les propriétaires aient acheté une partie des eaux des Ramades lors de l'adduction des eaux de cette source, soit qu'ils en aient simplement loué plus tard à la ville.

Le service des maisons était fait presque exclusivement par l'eau des Ramades et, pour une part très petite, par celle de Saint-Martian.

A. — Source de Saint-Martian

La source de Saint-Martian est, en réalité, formée par la réunion de cinq sources principales qui sourdent sur les versants est et ouest d'une colline, elle-même située au sud-ouest de la ville.

Au point de vue géologique ce coteau est constitué par du calcaire en plaquettes surmonté par un banc de mollasse marine assez important (V. carte).

Sur le versant est, trois sources ont été captées et réunies. La première ne se trouve pas à plus de 200 mètres de la ville, alors que la plus éloignée est à 1 kilomètre environ. Cette dernière a une galerie de captage de 50 mètres de long qui, comme celles des autres sources d'ailleurs, est construite en pierres mal jointes, permettant toutes les infiltrations possibles, d'autant plus à redouter que ces galeries sont recouvertes par des terres cultivées recevant du fumier de ferme.

La canalisation elle-même ne peut pas être plus défectueuse : l'eau coule dans un petit ruisseau formé par des pierres plates et non jointoyées. De plus, la conduite passe en général à si peu de profondeur, soit

au-dessous des champs, soit au-dessous du chemin, qu'en hiver, au moment où les sources sont hautes, l'eau trop abondande déborde et détrempe les champs ou le chemin en maints endroits.

Cette eau n'est donc nullement protégée contre la contamination ; aussi est-ce sans trop de surprise que nous avons constaté d'une façon constante la présence du coli-bacille et de nombreux germes liquéfiants dans les différentes analyses que nous en avons faites.

Ce n'est que sur le parcours des derniers 200 mètres précédant le bassin de distribution que l'on a construit une conduite en tuyaux de béton de ciment. Ce réservoir de 40 mc. sert à alimenter un quartier de la ville (haut du boulevard Pin) trop élevé pour être desservi par la source des Ramades. La distribution se fait par l'intermédiaire de tuyaux en fonte.

L'ensemble des différentes sources captées sur le versant est donne, en hiver, une moyenne de 60 à 80 litres à la minute ; mais, en été, le débit n'est plus que de 15 litres, alors que la quantité d'eau louée est de 30 litres.

L'eau qui coule sur le flanc ouest de la colline de St-Martian appartient partie à la ville, partie à quelques propriétaires du quartier.

Celle qui est amenée à Apt fournit l'hôpital, le faubourg des Capucins et une partie de la fontaine de la Bouquerie. Quelques litres de cette eau ont été vendus à divers particuliers du quartier de l'Evêché.

De même que sur le versant est, les travaux de captage laissent fort à désirer. Il n'existe également qu'un tronçon de conduite étanche à l'arrivée de l'eau en ville, et cela depuis peu de temps. On a établi ce morceau de conduite en béton de ciment il y a huit ans, pour éviter

que le chemin au-dessous duquel l'eau coule ne soit constamment détrempé en hiver.

Une canalisation étanche sur tout le trajet, outre les frais considérables qu'elle aurait entraînés, peu en rapport avec les services rendus par cette eau, aurait été peu pratique à cause de la propriété incrustante de toutes les eaux fournies par le coteau de St-Martian. Les tuyaux, à moins d'avoir un très grand diamètre, auraient été mis rapidement hors d'usage. Lors de l'établissement de la conduite en ciment faite ces dernières années, on a retiré des tuiles, formant le fond de la conduite ancienne, entièrement obstruée par du dépôt calcaire. Des objets déposés dans cette eau se recouvrent très vite de carbonate de chaux.

Le débit des sources du versant ouest est aussi très variable de l'hiver à l'été. Alors qu'il est de 100 litres à la minute au moins pendant la saison des pluies, il n'est plus que de 30 litres pendant la sécheresse.

Jusqu'à ce jour aucune analyse n'a été faite de cette eau. Nous avons tenu à nous rendre compte de sa valeur, malgré la part minime qu'elle occupe dans l'alimentation de la ville.

Voici nos résultats:

Première analyse (septembre 1912)

Température de l'eau 14°. Température de l'air 21°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°.....	274	milligr.
Résidu fixe au rouge.....	202	»
Perte au rouge.....	72	»
Chlorures en Cl.....	8	»

Silice SiO^2	12 milligr.
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3	traces
Ammoniaque	néant
Nitrites	néant
Nitrates en AzO^3H	traces
Chaux en CaO	107 milligr.
Magnésie MgO	17 »
Acide sulfurique en SO^3	34 »
Matière organique en liq. alcaline	1,3
Degré hydrotimétrique total	24°
Degré hydrotimétrique permanent	11°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	421
Phosphates	néant

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl	13
SO^4Ca	57,8
$(AzO^3)^2Ca$	traces
CO^3Ca	138,80
CO^3Mg	35,7
SiO^2	12
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	traces

Deuxième analyse (novembre 1912)

Température de l'eau 8°. Température de l'air 10°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	280 milligr.
Résidu fixe au rouge	215 »
Perte au rouge	65 »
Chlorures en Cl	7,8 »
Silice en SiO^2	14 »
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3	traces

Ammoniaque	néant
Nitrites	néant
Nitrates en AzO^3H	0,63 milligr.
Chaux en CaO	109 »
Magnésie en MgO	21 »
Acide sulfurique en SO^3	33 »
Matière organique en liq. alcaline	1,2
Degré hydrotimétrique total	23°5
Degré hydrotimétrique permanent	11°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	411
Phosphates	néant

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl	12,8
SO^4Ca	56
$(AzO^3)^2Ca$	0,8
CO^3Ca	153
CO^3Mg	44
SiO^2	14
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	traces

Analyse bactériologique

Ensemencement le 16 octobre 1912.

Eau limpide.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 17e jour : 79 par cc. d'eau (1).

Recherche du coli-bacille : 5 coli par cc. d'eau.

Autres bactéries :

---

(1) Nous avons fait la numération des colonies chaque jour aussi longtemps que les microbes liquéfiants nous l'ont permis, ou jusqu'au moment où de nouvelles colonies ont cessé d'apparaître.

A ce moment-là nous avons fait le total des colonies observées

Bacillus fluorescens liquefaciens (nombreux).
Bacillus liquidus (en très grand nombre).
Bacillus subtilis.

Troisième analyse (8 janvier 1913)

Température de l'eau 9°. Température de l'air 11°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180	299 milligr.
Résidu fixe au rouge	245 »
Perte au rouge	54 »
Clorures en Cl	8,4 »
Silice en SiO^2	10 »
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3	néant
Ammoniaque	néant
Nitrites	néant
Nitrates en AzO^3H	0,78 milligr.
Chaux en CaO	97 »
Magnésie en MgO	22 »
Acide sulfurique en SO^3	29 »
Matière organique en liq. alcaline	1,3 »
Degré hydrotimétrique total	22°
Degré hydrotimétrique permanent	12°
Degré alcalimétrique	420
Phosphates	néant

---

en ayant la précaution de multiplier par le titre de la dilution le nombre des colonies et nous avons fait la moyenne.

Les chiffres ainsi obtenus dans nos analyses ont toujours été inférieurs au nombre réel des microbes, la présence des germes liquéfiants nous ayant obligée à arrêter la numération alors que toutes les colonies n'étaient certainement pas développées

Composition probable (en milligr. par litre)

$NaCl$	14
SO^4Ca	49,3
$(AzO^3)^2Ca$	1
Co^3Ca	130,84
Co^3Mg	46,2
SiO^2	10
$Fe^2O^3+Al^2O^3$	néant

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 4 janvier 1913.

Eau limpide.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 8e jour : 82 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : 1 coli dans 5 cc. d'eau.

Autres bactéries :

Bacillus fluorescens liquefaciens.
Bacillus liquidus (colonies nombreuses).
Bacillus subtilis.

QUATRIÈME ANALYSE (2 mai 1913)

Il avait plu la veille, l'eau était légèrement trouble.

Température de l'eau 19°. Température de l'air 15°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	312 milligr.
Résidu fixe au rouge	233 »
Perte au rouge	79 »
Chlorures en Cl	4,9 »
Silice en SiO^2	15 »
Fer et alumine en $Fe^2O^3+Al^2O^3$	néant
Ammoniaque	néant

Nitrites.	néant
Nitrates en AzO^3H.	traces
Chaux en CaO.	98 milligr.
Magnésie en MgO.	18 »
Acide sulfurique en SO^3.	27,5 »
Matière organique en liq. alcaline. . .	1,2
Degré hydrotimétrique total.	22°
Degré hydrotimétrique permanent. .	11°
Degré alcalimétrique.	450
Phosphates.	néant

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl.	8,2
SO^4Ca.	26,75
$(AO^3)^2Ca$.	traces
CO^3Ca.	140,74
CO^3Mg.	37,8
SiO^2.	15
$Fe^2O^3+Al^2O^3$. . .	néant

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 2 mai 1913.

Eau légèrement trouble.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 22e jour : 286 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : 6 coli par cc. d'eau.

Autres bactéries :

Bacillus liquidus.
Bacillus fluorescens liquefaciens.
Bacillus fluorescens non liquefaciens.
Micrococcus aquatilis.

Conclusions. — *L'eau fournie par les différentes sources de St-Martian est potable au point de vue chimi-*

que, mais est franchement mauvaise au point de vue bactériologique. Nous y avons toujours trouvé et en quantité notable du coli-bacille ; de plus, la présence seule du bacillus fluorescens liquefaciens aurait suffi à la rendre suspecte.

B. — Source de Viton

La source de Viton fournit l'eau la plus appréciée par les Aptésiens. Ils sont persuadés qu'elle est excellente à tous les points de vue. Elle cuit, en effet, mieux les légumes que l'eau des Ramades, elle est moins incrustante que celle de Saint-Martian et surtout elle est plus fraîche que l'eau des deux autres sources. Nous allons voir que, malgré ces quelques qualités relatives, l'eau de Viton est très loin d'être parfaite.

La première analyse qui en ait été faite ne date que de 1905. Elle est due à M. Serre, ancien pharmacien à Apt.

La voici :

Extrait sec	470 milligr.
Perte au rouge	80 »
Matières ammoniacales	néant
Chlorures	dose trop élevé
Sulfates	»
Matières organiques en O	3
Degré hydrotimétrique total	39°
D. hydrot. après oxalate d'AzH^3	2°5
— après ébullition	16°5
— après ébullition et oxalate.	1°5

D'où :

Carbonate de chaux.....	247 milligr.
Sels de chaux solubles en sulfates....	175 »
Sels magnésiens en chlorures	9 »
Acide carbonique.....	7 cc. 5

Elle nous indique que le degré hydrotimétrique est trop élevé.

L'analyse bactériologique n'a pas été faite. Nous ignorons donc la qualité de cette eau au point de vue bactériologique à ce moment-là et aux époques antérieures ; on peut présumer cependant qu'elle était fort douteuse, puisque nous avons signalé la présence de dépôts de fumier sur la canalisation non étanche. Malgré cela la source de Viton était tenue en haute estime.

L'eau de Viton coule à 500 mètres en amont de la ville sur la rive droite du Calavon, au pied d'une petite colline (V. carte, n° 80).

Comme celle de Saint-Martian, elle sort du calcaire en plaquettes, qui, en cet endroit, n'est pas recouvert par la mollasse.

La galerie de captage, de 2 mètres de long sur 1 mètre de large et 1 m. 50 de hauteur, est cimentée et considérée comme étanche; le fond est formé par le rocher lui-même.

La conduite d'amenée, en tuyaux de béton de ciment de 0 m. 20 de diamètre intérieur, remplace depuis quelques années la canalisation non étanche dont nous avons parlé à propos des dépôts de fumier.

En ville la distribution se fait par l'intermédiaire de tuyaux en fonte.

En somme, cette source, bien captée et à canalisation étanche, a l'air de présenter de sérieuses garanties. Mal-

heureusement, une ferme située exactement au-dessus de la galerie de captage lui fait courir des risques sérieux. C'est à elle que nous devons sans doute d'avoir rencontré du coli-bacille dans certains échantillons recueillis après les pluies. Comme la colline s'élève ensuite très rapidement, les champs cultivés qui la recouvrent se trouvent éloignés de la source, diminuant d'autant les dangers de contamination. On peut donc supposer que l'eau de pluie a le temps de se filtrer avant de venir alimenter la source. Mais en pareille matière on ne saurait jamais être trop prudent et il serait dangereux d'être affirmatif, surtout lorsqu'il s'agit, comme ici, de terrains essentiellement perméables, parce que fissurés en tous sens.

L'altitude de la source de Viton est à peine plus grande que celle d'Apt, aussi la pression est-elle insuffisante pour permettre la distribution de l'eau dans les maisons.

Elle sert seulement à l'alimentation de quinze fontaines. Son débit d'ailleurs est peu important : 970 litres par minute après les pluies, et 180 litres en temps normal.

Voici le résultat des analyses que nous avons faites de cette eau pendant une année :

Première analyse (août 1912)

Température de l'eau 15°. Température de l'air 22°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	371	milligr.
Résidu fixe au rouge	266	»
Perte au rouge	105	»
Chlorures en Cl	7,8	»
Silice en SiO^2	16	»

Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3	2,5	milligr.
Ammoniaque	néant	
Nitrites	néant	
Nitrates	8,2	milligr.
Chaux en CaO	111	»
Magnésie en MgO	31	»
Acide sulfurique en SO^3	75	»
Matière organique en liq. alc.	1,8	
Degré hydrotimétrique total	36°	
Degré hydrotimétr. permanent	14°,5	
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	169	
Phosphates	néant	

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl	13
SO^4Ca	127,5
$(AzO^3)^2Ca$	10,66
CO^3Ca	98
CO^3Mg	65
SiO^2	16
$Fe^2O^3+Al^2O^3$	2,5

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 13 août 1912.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 17e jour : 109 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : 1 coli dans 5 cc. d'eau.

Autres bactéries :

Bacillus fluorescens liquefaciens (nombreux).
Bacillus subtilis.
Bacillus aurantiacus.
Micococcus roseus.

Deuxième analyse (8 novembre 1912)

Eau limpide.
Température de l'eau 12°. Température de l'air 13°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	402	milligr.
Résidu fixe au rouge	290	»
Perte au rouge	112	»
Chlorures en Cl	7,8	»
Silice en SiO^2	19	»
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3	traces	
Ammoniaque	néant	
Nitrites	néant	
Nitrates en AzO^3H	10	milligr.
Chaux en CaO	115	»
Magnésie en MgO	51	»
Acide sulfurique en SO^3	81	»
Matière organiq. en liq. alcaline	2,4	
Degré hydrotimétrique total	38°5	
Degré hydrotimétriq. permanent	18°	
Degré alcalimétrique	490	
Phosphates	néant	

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl	13
SO^4Ca	137,7
$(AzO^3)^2Ca$	13
CO^3Ca	96
CO^3Mg	107
SiO^2	19
$Fe^2O^3+Al^2O^3$	traces

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 8 octobre 1912. Eau limpide.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 28e jour : 97 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : résultat négatif (après 2 ensemencements, l'un fait le 8 octobre, l'autre le 13).

Autres bactéries :

Bacillus fluorescens liquefaciens (assez nombreux).
Bacillus subtilis.
Bacillus liquidus (assez nombreux).
Micrococcus aquatilis.
Micrococcus caudicans.

TROISIÈME ANALYSE (1er janvier 1913)

Eau limpide.

Température de l'eau 12°. Température de l'air 10°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°.....	364	milligr.
Résidu fixe au rouge.....	255	»
Perte au rouge.....	109	»
Chlorures en Cl.....	6	»
Silice en SiO^2.....	18	»
Fer et alumine en $Fe^2O^3 + Al^2O^3$	traces	
Ammoniaque.....	néant	
Nitrites.....	néant	
Nitrates en AzO^3H.....	8	milligr.
Chaux en CaO.....	94	»
Magnésie en MgO.....	43	»
Acide sulfurique en SO^3.....	70	»
Matière organiq. en liq. alcaline	1,9	

Degré hydrotimétrique total. . . 36°
Degré hydrotimétriq. permanent 18°
Degré alcalimétrique. 421
Phosphates. . . . . légère trace.

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl.	10
SO^4Ca.	119
$(AzO^3)^2Ca$.	10,4
CO^3Ca.	74,18
CO^3Mg.	90,3
SiO^2.	18
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$. .	traces

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 1er janvier 1913. Eau limpide.
Germes aérobies trouvés jusqu'au 14e jour : 55 par cc. d'eau.
Recherche du coli-bacille : résultat négatif.

Autres bactéries :

Bacillus subtilis.
Bacillus fluorescens liquefaciens.
Bacillus liquidus.

QUATRIÈME ANALYSE (1er avril 1913)

Eau limpide.
Température de l'eau 12°. Température de l'air 13°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°.	327	milligr.
Résidu fixe au rouge.	217	»
Perte au rouge.	110	»
Chlorures en Cl.	6,3	»

Silice en SiO^2	14	milligr.
Fer et alumine en $Fe^2O^3 + Al^2O^3$	1,3	»
Ammoniaque	néant	
Nitrites	néant	
Nitrates en AzO^3H	12,5	milligr.
Chaux en CaO	85	»
Magnésie en MgO	38	»
Acide sulfurique en SO^3	46	»
Matière organique en liq. alcaline	2	»
Degré hydrotimétrique total	35°5	
Degré hydrotimétrique permanent	15°	
Degré alcalimétrique	101	
Phosphates	néant	

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl	10,5
SO^4Ca	78,2
$(AzO^3)^2Ca$	16,25
CO^3Ca	84,54
CO^3Mg	79,8
SiO^2	14
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	1,3

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 5 avril 1913. Eau limpide.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 16e jour : 177 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : 1 coli dans 5 cc. d'eau.

Autres bactéries :

Bacillus fluorescens liquefaciens.
Bacillus fluorescens non liquefaciens.
Bacillus aurantiacus.
Micrococcus aquatilis.

Conclusions. — *L'eau de Viton est défectueuse au point de vue chimique : 1° le degré hydrotimétrique est trop élevé : la moyenne pour l'année nous donne 36°5, il ne devrait pas dépasser 30° ; 2° la quantité d'acide sulfurique est presque toujours supérieure à 70 milligr., ce qui range cette eau parmi les eaux mauvaises.*

Au point de vue bactériologique, la présence du colibacille après les pluies, comme nous avons pu le remarquer dans les dernières analyses que nous en avons faites, doit rendre cette eau suspecte.

En résumé, eau médiocre et dont il faut se méfier.

C. — Puits

Pendant fort longtemps, les Aptésiens ont été obligés de se contenter des sources de St-Martian et de Viton, fournissant un volume d'eau tout à fait insuffisant à la consommation.

Pendant la sécheresse, la part pour chaque habitant n'était plus que de 60 litres environ et même de beaucoup moins pendant les années particulièrement mauvaises. De plus, l'eau n'était distribuée dans aucune maison.

Grâce à la présence d'une nappe d'eau abondante circulant sous la ville, de nombreux puits avaient été creusés depuis longtemps pour remédier en partie à cette pénurie d'eau.

Mais ces puits placés au milieu d'une agglomération, recevant toutes sortes d'infiltrations, donnaient une eau

de mauvaise qualité. Elle le devint plus encore après l'adduction de l'eau des Ramades, car, à partir de ce moment, peu à peu chaque puits fut transformé en puits absorbant dans lequel vinrent se déverser les eaux ménagères et les excréta. Malgré cela bien des personnes continuèrent à utiliser leur puits sinon pour boire, mais du moins pour tous les besoins du ménage, tels que lavage de la vaisselle et des légumes. Le danger, bien que diminué, n'en existait pas moins.

Actuellement, mais depuis fort peu de temps, on ne fait plus usage d'aucun puits, avec grande raison. Nous avons eu beaucoup de peine à en trouver deux : l'un situé en amont de la ville, l'autre au centre, où nous avons pu prendre de l'eau. Il nous a paru intéressant d'en faire l'analyse, pour montrer combien elle est de mauvaise qualité et quel danger il y aurait à la consommer.

ANALYSE D'UN PUITS SITUÉ EN AMONT DE LA VILLE
(Quartier de St-Pierre, 25 janvier 1913)

Eau limpide.

Température de l'eau 10°. Température de l'air 12°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°.	497 milligr.
Résidu fixe au rouge.	360 »
Perte au rouge.	137 »
Chlorures en Cl	15,6 »
Silice en SiO^2	15 »
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3. . .	néant
Ammoniaque.	néant
Nitrites	néant
Nitrates en AzO^3H	12 milligr.

Chaux en CaO	89 milligr.
Magnésie en MgO.	48 »
Acide sulfurique en SO^3	90 »
Matière organique en liq. alcaline . .	1,7
Degré hydrotimétrique total	29°
Degré hydrotimétrique permanent . .	13°
Degré alcalimétrique.	597
Phosphates.	présence

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl	26
SO^4Ca	153
$(AzO^3)^2Ca$	15,6
CO^3Ca	37,5
CO^3Mg.	100,8
SiO^2	15
$Fe^2O^3+Al^2O^3$. .	néant

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 25 janvier 1913.

Germes aérobies au cc. : la numération a été impossible ; les plaques de gélatine ont été envahies brusquement par de nombreuses colonies liquéfiantes qui ont empêché toute observation.

Recherche du coli-bacille : 1 coli dans 5 cc. d'eau.

Conclusions. — *Eau de mauvaise qualité, autant par les sels qu'elle renferme que par les nombreux germes liquéfiants et le coli-bacille.*

Analyse d'un puits situé au centre de la ville
(Quartier de la place Sainte-Croix, 28 décembre 1912)

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	718 milligr.
Résidu fixe au rouge	552 »
Perte au rouge	165 »
Chlorures en Cl	42 »
Silice en SiO^2	20 »
Fer et alumine Fe^2O^3 et Al^2O^3	néant
Ammoniaque	présence
Nitrites	traces
Nitrates en AzO^3H	40 milligr.
Chaux en CaO	148 »
Magnésie	33 »
Acide sulfurique en SO^3	142 »
Matière organ. en liq. alcaline	3
Degré hydrotimétrique total	36°
Degré hydrotimétrique permanent	16°
Phosphates	présence

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl	70,5
SO^4Ca	241,4
$(AzO^3)^2Ca$	52
CO^3Ca	55,1
CO^3Mg	69,4
SiO^2	20
Fe^2O^3 et Al^2O^3	néant

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 28 décembre 1912.

Germes aérobies au cc. : numération impossible à

cause de l'envahissement des boîtes par les germes liquéfiants.

Recherche du coli-bacille : 1 coli dans 5 cc. d'eau.

Conclusions. — *Eau de très mauvaise qualité au point de vue chimique et au point de vue bactériologique. Elle vaut encore bien moins que celle du puits de Saint-Pierre.*

Nous avons fait, d'autre part, une analyse de l'eau du Calavon au moment de son entrée en ville.

La voici :

Analyse de l'eau du Calavon

4 janvier 1913. — Eau très trouble.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°.	492	milligr.
Résidu fixe au rouge.	393	»
Perte au rouge.	99	»
Chlorures en Cl	9,5	»
Silice en SiO^2	18	»
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3.	20	»
Ammoniaque.	néant	
Nitrites	néant	
Nitrates en AzO^3H.	traces	
Chaux en CaO	125	milligr.
Magnésie en MgO.	16	»
Acide sulfurique en SO^3.	98	»
Matière organ. en liq. alcaline . .	1,7	
Degré hydrotimétrique total. . . .	32°	
Degré hydrot. permanent.	16°	
Degré alcalimétrique.	160	
Phosphates.	néant	

Composition probable (en milligr. par litre)

$NaCl$	16
SO^4Ca	116
$(AzO^3)^2Ca$	traces
CO^3Ca	101,75
CO^3Mg	33,6
SiO^2	18
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	20

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 4 janvier 1913.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 3e jour : 1300 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : 11 coli dans 1 cc. d'eau.

Conclusions. — *Eau suspecte au point de vue chimique et très mauvaise au point de vue bactériologique. Elle l'est encore bien davantage à la sortie de la ville après avoir reçu toutes les ordures que les habitants jettent dans le Calavon sans aucune précaution.*

D. — Source des Ramades

La plus grande partie de l'eau utilisée à Apt provenait de la source des Ramades, située à 5 kilomètres en amont de la ville, sur la rive droite du Calavon (V. carte, n° 47). Nous avons vu que l'adduction en est récente : elle ne remonte qu'à 1877.

L'eau des Ramades a deux origines ;

1° Une source qui coule au pied d'une colline (côté montagne).

2° Une nappe peu profonde dans les graviers voisins du Calavon (côté rivière).

La source est captée à l'aide d'une galerie creusée au pied de la colline de Caseneuve ; elle lui est à peu près parallèle et s'étend sur une longueur de 200 mètres environ. Le mur sud et la voûte sont étanches ou du moins ont la prétention de l'être, mais le mur voisin de la colline est construit en pierres sèches pour permettre à l'eau de filtrer dans la galerie.

De même que les sources de S-Martian et de Viton, la source des Ramades sort du calcaire en plaquettes. Mais ici, comme à Viton, il n'est pas surmonté par la mollasse, ainsi que nous l'avons constaté pour le coteau de St-Martian.

Nous avons vu dans notre chapitre orographique l'influence que pouvait avoir sur la composition chimique des eaux la disposition des terrains. Les analyses de ces trois sources nous ont donné, en effet, des résultats fort différents et qui pourraient paraître un peu inattendus si l'on ne considère que leur point d'émergence, situé toujours dans le même terrain.

Le calcaire en plaquettes filtre mal, mais, comme il n'y a pas de culture au-dessus de la galerie et que la pente de la colline est abrupte, on peut supposer que l'eau ainsi captée est bonne au point de vue bactériologique. Malheureusement elle n'était pas amenée pure à Apt, elle était immédiatement mélangée à l'eau fournie par le côté rivière, et celle-ci est très mal captée.

La nappe souterraine n'est pas à plus de 2 mètres de profondeur, dans un terrain sableux, à gros grains, même caillouteux ; au-dessus d'elle s'étendent des prés

et des vignes soumis à une fumure intensive. Quand on arrose les prés, le niveau de l'eau s'élève aussitôt dans la galerie de captage, prouvant avec quelle facilité le terrain se laisse traverser.

La première partie de la galerie est constituée par une canalisation en pierres sèches recouvertes de dalles ; la deuxième partie est maçonnée du côté de la rivière et en pierres sèches du côté opposé. A cette galerie fait suite une conduite en fonte qui remplace depuis quelques années une conduite en pierres qui passait au bord même de la rivière. Le Calavon l'ayant emporté à différentes reprises, on a été obligé de l'abandonner.

Un tout petit bassin reçoit l'eau de la source et de la nappe ; il est disposé pour recevoir aussi l'eau du Calavon lui-même, quand on le juge nécessaire, comme nous le verrons dans un moment.

Du bassin part la conduite d'amenée à Apt en tuyaux de fonte de 0 m. 30 de diamètre pour la première partie de la canalisation, de 0 m. 25 pour la deuxième. Elle suit d'abord le lit du Calavon, gagne la rive droite au niveau du pont de Caseneuve, et traverse la rivière en aval de ce pont.

La canalisation emprunte, presque sur tout son parcours, l'ancienne route de Céreste à Apt ; en face la campagne du Laurier, elle traverse la voie du chemin de fer et vient rejoindre la route nationale qu'elle suit jusqu'à Apt.

Comme celui de toutes les sources de la région, le débit de la source des Ramades est très irrégulier. Il donne jusqu'à 1.000 litres à la minute en hiver et baisse à un tel point en été que pendant les périodes de sécheresse on use de l'expédient suivant : on ajoute à l'eau de la source, d'une façon directe, l'eau superficielle

du Calavon et, malgré cela, on n'arrivait pas toujours à réunir la quantité d'eau nécessaire : le débit total descend au-dessous de 400 litres, alors qu'il fallait en distribuer 600.

Mais à la moindre crue du torrent, si elle se produit la nuit, et que le fontainier ne puisse pas arriver à temps à la source pour supprimer la communication avec le Calavon, c'est alors de l'eau plus ou moins boueuse qui était distribuée aux habitants et que ceux-ci ne pouvaient pas toujours utiliser.

L'eau seule des Ramades fournissait la plupart des maisons. Certains habitants, au nombre d'une centaine, étaient propriétaires de l'eau et disposaient de 140 litres à la minute ; les autres étaient locataires pour 200 litres. En outre, 13 fontaines étaient alimentées par cette source.

Au moment du projet d'adduction on ne s'est nullement inquiété de savoir si cette eau était potable ou non. Il n'a été fait, à cette époque, ni analyse chimique, ni analyse bactériologique.

La première analyse date de 1905 ; elle a été faite, comme celle de Viton, par M. Serre, pharmacien à Apt.

La voici :

Extrait sec.	710 milligr.
Perte au rouge.	50 »
Matières ammoniacales	néant
Chlorures	dose trop élevée
Sulfates	»
Matière organique exprimée en O. . .	0,3
Degré hydrotimétrique total.	46°
D. hydrot. après oxalate d'AzH^3. . . .	2°
D. hydrotimétrique après ébullition.	16°
D. hydrot. après ébullition et oxalate.	0°5

D'où :

Carbonate de chaux	250	milligr.
Sels de chaux en sulfate	175	»
Sels magnésiens en chlorure	4,5	
Acide carbonique	7 cc.	

Elle nous apprend que le degré hydrotimétrique est beaucoup trop élevé.

Comme pour les sources de St-Martian et de Viton, nous avons fait une série d'analyses.

Première analyse (2 août 1912)

Eau trouble après un orage.

Température de l'eau 18°. Température de l'air 22°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	601	milligr.
Résidu fixe au rouge	465	»
Perte au rouge	136	»
Chlorures en Cl	5,3	»
Silice en SiO^2	54	»
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3	20	»
Ammoniaque	néant	
Nitrites	néant	
Nitrates en AzO^3H	0,98	milligr.
Chaux en CaO	200	»
Magnésie en MgO	32	»
Acide sulfurique en SO^3	145	»
Matière organique en liq. alcaline	1,6	
Degré hydrotimétrique total	44°	
Degré hydrotimétrique permanent	18°	
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	540	
Phosphates	néant	

Composition probable (en milligr. par litre)

$NaCl$	8,7
SO^4Ca	246,5
$(AzO^3)^2Ca$	1,27
CO^3Ca	175,4
CO^3Mg	67,2
SiO^2	54
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	20

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 2 août 1912. Eau trouble.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 5e jour : 1.300 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : 6 coli par cc. d'eau.

Autres bactéries :

Bacillus fluorescens liquefaciens (nombreux).
Bacillus liquidus (nombreux).
Bacillus subtilis.
Micrococcus roseus.

DEUXIÈME ANALYSE (14 novembre 1912)

Eau légèrement trouble.

Température de l'eau 10°5. Température de l'air 11°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	402	milligr.
Résidu fixe au rouge	290	»
Perte au rouge	112	»
Chlorures en Cl	4,9	»
Silice en SiO^2	18	»
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3	traces	
Ammoniaque	néant	
Nitrites	néant	

Nitrates en AzO^3H	traces	
Chaux en CaO	159	milligr.
Magnésie en MgO	45	»
Acide sulfurique en SO^3	123	»
Matière organ. en liq. alcal.	1,5	
Degré hydrotimétrique total	40°	
Degré hydrotim. permanent	17°	
Degré alcalimétrique	525	
Phosphates	néant	

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl	8
SO^4Ca	209
$(AzO^3)^2Ca$	traces
CO^3Ca	130,6
CO^3Mg	94,5
SiO^2	18
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	traces

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 8 octobre 1912.

Eau légèrement trouble.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 28e jour : 360 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : 3 coli par cc. d'eau.

Autres bactéries :

Bacillus fluorescens liquefaciens.
Bacillus liquidus (nombreux).
Bacillus subtilis.
Bacillus aurantiacus.

Troisième analyse (25 janvier 1913)

Eau limpide.

Température de l'eau 9°. Température de l'air 12°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°.	392 milligr.
Résidu fixe au rouge	275 »
Perte au rouge.	117 »
Chlorures en Cl	7,4 »
Silice en SiO^2	16 »
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3 . . .	néant
Ammoniaque	néant
Nitrites	néant
Nitrates en AzO^3H	traces
Chaux en CaO	156 milligr.
Magnésie en MgO.	38 »
Acide sulfurique en SO^3.	120 »
Matière organique en liq. alcaline . .	1,3
Degré hydrotimétrique total	39°
Degré hydrotimétrique permanent . .	16°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	509
Phosphates.	néant

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl	12,4
SO^4Ca	204
$(AzO^3)^2Ca$ . . .	traces
CO^3Ca	128,8
CO^3Mg.	79,8
SiO^2	16
$Fe^2O^3+Al^2O^3$.	néant

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 25 janvier 1913.

Eau limpide.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 16e jour : 70 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : 1 coli dans 5 cc. d'eau.

Autres bactéries :

Bacillus fluorescens liquefaciens.
Bacillus liquidus.
Bacillus subtilis.

Quatrième analyse (23 avril 1913)

Eau trouble.

Température de l'eau 11°. Température de l'air 16°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°.	397 milligr.
Résidu fixe au rouge.	271 »
Perte au rouge.	126 »
Chlorures en Cl.	4,5 »
Silice en SiO^2.	13 »
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3. . .	4 »
Ammoniaque.	néant
Nitrites	néant
Nitrates en AzO^3H.	traces
Chaux en CaO.	132,8 milligr.
Magnésie en MgO.	41,5 »
Acide sulfurique en SO^3.	115 »
Matière organique en liq. alcaline. . .	1,4 »
Degré hydrotimétrique total.	40°
Degré hydrotimétrique permanent. .	18°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2. . . .	509
Phosphates.	traces

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl.	7,5

SO^4Ca	195,5
$(AzO^3)^2Ca$	traces
CO^3Ca	93,6
CO^3Mg	87
SiO^2	13
$Fe^2O^3+Al^2O^3$	4

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 24 avril 1913.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 30e jour : 158 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : 1 coli dans 5 cc. d'eau.

Autres bactéries :

Bacillus fluorescens liquefaciens.
Bacillus fluorescens non liquefaciens.
Bacillus liquidus.
Bacillus aurantiacus.
Micrococcus roseus.
Micrococcus aquatilis.

Conclusions. — *Eau de très mauvaise qualité. Elle renferme une trop grande quantité de sels dissous, surtout en SO^4Ca. Au point de vue bactériologique la présence constante du coli-bacille la rend dangereuse à consommer.*

Si nous comparons ces différentes sources entre elles, nous voyons combien notre ville était mal partagée.

Si celle de St-Martian est bonne au point de vue chimique, elle est dangereuse au point de vue bactériologique.

Celle des Ramades est mauvaise à la fois au point de vue chimique et au point de vue bactériologique.

Enfin celle de Viton est à peine passable au point de

vue chimique et elle est suspecte au point de vue bactériologique à cause de sa facilité de contamination.

L'ensemble des sources que nous venons d'étudier donne pour l'hiver 2.088 mc. avec une moyenne de 418 litres par jour et par habitant; l'été, le débit est en moyenne de 900 mc., ce qui fait 170 litres par habitant ; enfin pendant les périodes de grande sécheresse le débit descend sûrement bien au-dessous, puisque, malgré l'apport du Calavon, l'on était obligé encore de rationner les habitants. A tour de rôle pendant un mois, quelquefois plus, chaque quartier de la ville avait son eau supprimée pendant un ou deux jours, suivant que celle-ci était plus ou moins rare.

On peut penser tout ce que cet état de choses, outre le danger qu'il faisait courir à la population, apportait de désordre dans l'industrie et dans les ménages.

CHAPITRE V

ALIMENTATION DE LA VILLE DEPUIS AOUT 1913 (1)

A. — Projets divers d'adduction

Il était donc urgent de sortir de cette situation absolument intolérable : eau de mauvaise qualité en quantité notoirement insuffisante. C'est pourquoi la municipalité s'est efforcée depuis plusieurs années déjà de trouver une eau pure et abondante, permettant de tenir la ville dans un état de propreté autre qu'il n'est actuellement et de diminuer le taux beaucoup trop élevé de la mortalité.

Mais vouloir et pouvoir sont deux choses différentes. Nous avons vu, en effet, combien notre région est pauvre en sources importantes. Malgré cela, on entreprit

(1) En août 1913, l'eau des Bégudes a été substituée à celle des Ramades, en empruntant provisoirement la canalisation urbaine faite pour cette eau.

de rechercher dans les environs les eaux susceptibles de donner lieu à un projet d'adduction.

D'abord on songea à l'Aiguebrun (voir carte géologique), petit ruisseau coulant au nord du Luberon dans son cours supérieur et dont le confluent avec la Durance se fait sur le versant sud, après avoir traversé la montagne dans toute sa largeur par la combe de Lourmarin, mais les frais auraient été considérables ; il aurait été nécessaire de percer un tunnel (voir coupe n° I) d'une longueur de 3 kilomètres environ, et de plus le débit, à peine suffisant pendant l'hiver, ne l'aurait plus été du tout pendant l'été. Ce projet, à peine ébauché, fut donc rejeté comme impraticable.

La source de Saint-Quentin (n° 44) (1), située à 4 kilomètres en amont d'Apt, sur la rive gauche du Calavon, arrêta quelque temps l'attention. Mais, de nouveau, le débit de 480 litres par minute, trouvé insuffisant, fit renoncer à une étude plus approfondie de la question. L'on craignit d'ailleurs qu'une partie de l'eau de cette source ne provînt de l'arrosage des prairies supérieures.

Les sources de l'Abadié (n° 36) et de la Palud (n° 32), à l'est de Saignon, ne donnèrent lieu, pour les mêmes raisons, qu'à des projets vagues aussitôt abandonnés.

Enfin, creusant un puits dans le champ du collège de garçons, sur la rive droite du Calavon, en amont de la ville, on rencontra à 3 m. 50 de profondeur une nappe d'eau qui parut abondante. Il semblait qu'on eût enfin découvert l'objet de toutes les convoitises et que

(1) Voir pour les sources la carte géologique et la liste en appendice.

la ville aurait bientôt à sa disposition cette eau qui lui était si nécessaire. Un échantillon fut confié, aux fins d'analyse, à M. Serre, pharmacien de 1re classe à Apt. En voici le résultat :

Analyse de l'eau du Collège (année 1905)

Extrait sec	480 milligr.
Perte au rouge	80 »
Matières ammoniacales	néant
Chlorures	dose normale
Sulfates	dose sensible
Matières organiques en O	0,4
Degré hydrotimétrique total	29°
— hydrot. après oxalate d'AzH^3	1°
— — après ébullition	15°
— — — et oxalate	0°5

D'où :

CO^3Ca	170 milligr.
Sels de chaux solubles en sulfates	161 »
Sels magnésiens (en chlorures)	4,5 »
Acide carbonique	2 cc. 5

Conclusions : *Composition d'eau potable.*

Mais après une semaine environ de pompage, donnant à peu près 50 litres par minute, la nappe, qui n'était en réalité qu'une cuvette, fut asséchée. Il fallut encore renoncer à cet espoir.

B. — Eau des Bégudes

En 1905, la municipalité fit appel à un ingénieur hydrologue, M. Rougier, qui, après examen de la région,

tant au point de vue géologique qu'au point de vue orographique, indiqua qu'il devait se trouver à 13 kilomètres d'Apt, sur le territoire de St-Martin-de-Castillon, une nappe souterraine puissante, contenue dans les graviers de la vallée du Calavon (voir carte géologique et coupe IV).

En cet endroit les alluvions déposées par le torrent forment comme une petite plaine, qui va s'étalant à partir de la gare de Viens au voisinage de la cote 334 jusqu'au-dessous du hameau des Guis, où elle s'étrangle vers la cote 319.

Cette plaine, pour l'observateur placé sur les lieux, apparaît comme le fond d'une cuvette vers laquelle convergent, au sud les pentes du Luberon, à l'est celles du coteau de Céreste, au nord les versants du plateau sur lequel se trouvent St-Martin et Viens. Il est évident pour lui que, dans cette région où l'eau de surface est peu abondante, on doit en trouver sous les graviers laissés par le Calavon, pour peu que ceux-ci reposent sur un sol imperméable.

L'urgonien que nous voyons affleurer au niveau du Calavon dans les coupes I et III n'est sans doute pas très éloigné au niveau de la coupe IV ; c'est lui qui doit arrêter les eaux tombant sur les pentes du Luberon et sur le tertiaire du lac de Manosque.

Il paraît naturel qu'une tranchée profonde creusée en travers de la vallée recueille la plus grande partie de ces eaux. Il fut donc décidé de placer cette tranchée au point où la petite plaine s'étrangle et finit.

Du mois de septembre 1905 au mois de janvier 1906, préalablement à la rédaction du projet, 4 puits ont été foncés jusqu'au rocher, fond imperméable de la nappe aquifère, c'est-à-dire à 6 mètres de profondeur à travers

le terrain perméable constitué par une couche de sable et gravier sur 4 m. 50 de hauteur à la partie inférieure, et à la partie supérieure d'une couche de terre de 1 m. 50 d'épaisseur, le niveau supérieur de la nappe d'eau étant à 1 m. 75 environ au-dessous du sol, en étiage (1).

Avant d'aller plus avant et d'engager les dépenses, la municipalité a voulu s'assurer que l'eau trouvée était de bonne qualité. Elle fit faire à la Faculté des sciences de Lyon, par M. le professeur Dubois, une analyse chimique et bactériologique que nous transcrivons :

Analyse chimique (2 décembre 1905)

Degré hydrotimétrique. . .	11°	
Nitrites	néant	
Nitrates	néant	
Chlorures en Cl.	13,59	milligr.
Sulfate en SO^3.	15	»
Ammoniaque.	néant	
Résidu à 110°.	322	»
Après calcination.	80	»
Matière organique en O. .	0,75	»

Analyse bactériologique

1° Nombre de colonies au cc.	13
2° Eberth et coli.	négatif
3° Espèces déterminées. . . .	Diplococcus luteus

Cette analyse nous indique que l'eau est bonne aux deux points de vue chimique et bactériologique.

Cette première précaution prise, il fallait encore savoir si la nappe découverte serait suffisante pour fournir de l'eau en abondance sans risquer de la mettre à sec. Pour cela on effectua au puits de captage « des pompa-

(1) M. Minguier. — Projet des eaux des Bégudes.

ges continus pendant plusieurs jours consécutifs sans interruption la nuit, en décembre 1905 et en septembre 1906, c'est-à-dire à l'époque des hautes et basses eaux ; ils ont permis d'estimer la nappe suffisante pour répondre au desiderata de la municipalité qui fixe à 1.200 litres par jour et par habitant le chiffre de la consommation (1).

Ce chiffre de 1.200 litres, qui figure dans l'avant-projet, était celui fixé d'abord par la municipalité ; il fut réduit ensuite à 800 litres, quantité encore considérable si on la compare à celle distribuée dans d'autres villes.

Nous trouvons sur la revue « L'eau » (2) que Londres, en 1909, recevait en moyenne 144 litres par jour et par habitant ; un nouveau projet permettrait d'élever cette quantité à 158 litres.

A Paris (3) la consommation par tête, en 1910, a atteint 272 litres, et sera sous peu de 500 litres d'eau pure.

En Amérique, chaque habitant dispose souvent de 500, 600 et même 700 litres. E. et F. Putzeys qualifient ces quantités « d'affreux gaspillage » (4).

Cependant on est loin encore des 1,000 litres (5) que Grenoble et Rome peuvent fournir par jour et par personne.

Pour nous, nous pensons qu'on ne saurait jamais avoir trop d'eau, à condition qu'elle soit de bonne qua-

---

(1) Projet des Bégudes.

(2) « L'eau », 3e année, n° 6, p. 65.

(3) « L'eau », 4e année, n° 4, p. 46.

(4) Traité d'hygiène de Brouardel, Chantemesse, Mosny, vol. XIV, p. 10.

(5) « L'eau », 5e année, n° 7, p. 74.

lité, c'est-à-dire pure au point de vue chimique et au point de vue bactériologique.

La nappe ne fut point asséchée à la suite de ces divers pompages et cependant une sécheresse exceptionnelle avait régné pendant l'été 1906. L'eau paraissait donc devoir être en quantité suffisante ; mais comme la durée des pompages était forcément limitée (1 dizaine de jours environ) à cause des frais considérables qu'ils entraînaient, on ne pouvait avoir la certitude que la nappe pouvait suffire à un débit prolongé. Aussi, avant d'établir la conduite en entier, se borna-t-on à installer seulement les 1.000 mètres nécessaires pour atteindre le point où cette conduite, forcément noyée à son origine, arriverait à sortir de la nappe et l'eau à couler à la surface du sol. Un bassin de jaugeage fut établi sur le bord du ruisseau de la Buye, à l'extrémité de ce premier tronçon de canalisation.

L'eau a ainsi coulé de façon continue pendant près de 3 ans. Le débit avait été réglé à 2.400 litres pendant un an avant la pose des drains reliant les puits de captage entre eux, et à 3.000 litres pendant 2 ans après la pose de ces drains.

On a pu mesurer à tout instant et sans frais le débit de la nappe. Il a été reconnu constant et ne subissant pas de changement sensible de l'hiver à l'été.

Dans le courant de l'année 1910, pendant que se continuaient les observations sur le débit de la nappe, deux nouvelles analyses, dont la demande est due à l'initiative de la commission sanitaire d'Apt, furent confiées à M. le professeur Dubois, de la Faculté des sciences de Lyon.

La 1re date du 22 mars 1910.

Analyse chimique

Degré hydrotimétrique.	44°5	
Nitrites.	néant	
Nitrates	traces	
Clorures en Cl.	9	milligr. 226
Sulfates en SO^3.	87	»
Ammoniaque	néant	
Résidu à 110°.	525	milligr.
Après calcination.	457	»
Mat. organique en O. . . .	1	

Analyse bactériologique

1° Nombre de colonies au cc :

a) N 2 col.

b) D 1/10 0.

c) D 1/100 0.

2° Eberth et coli : Négatif.

3° Espèces déterminées : Micrococcus aquatilis.

La 2e a été faite le 22 septembre 1910.

Analyse chimique

Degré hydrotimétrique.	27°	
Nitrites.	néant	
Nitrates.	néant	
Chlorures en Cl.	8	milligr. 5
Sulfates en SO^3	30	»
Ammoniaque	0,2	»
Résidu à 110°.	460	»
Après calcination	395	»
Mat. organique en O. . .	1	

Analyse bactériologique

1° Nombre de colonies au cc :

a) N 20.

b) D 1/10 2.

c) D 1/100 0.

2° Eberth et coli : négatif.

3° Espèces déterminées :

Bacillus liquidus.

Micrococcus aquatilis.

Ces analyses nous montrent que si l'eau se maintient bonne au point de vue bactériologique, il n'en est pas de même au point de vue chimique.

Alors qu'en décembre 1905 le degré hydrotimétrique était de 11° seulement, en mars 1910 il montait à 44°5, pour revenir ensuite à 27°.

Ce résultat inattendu amena une certaine hésitation. L'eau était-elle mauvaise ou tout au moins de qualité bien inférieure à ce qu'on l'avait cru d'après la première analyse ? Probablement non.

L'analyse de mars 1910 a été faite pendant les travaux nécessités par la pose des drains entre les puits de captage. Il faut sans doute attribuer au déplacement et au bouleversement des terrains cette élévation considérable du degré hydrotimétrique bien faite pour étonner.

Quoi qu'il en soit le projet ne fut pas abandonné, et, bien qu'aucune nouvelle analyse n'ait été faite, il a été mis à exécution ; l'étude que nous avons entreprise a donc une importance pratique considérable. Il est indispensable, en effet, de savoir quelle est la valeur chimique et bactériologique de l'eau captée en vue de l'alimentation d'Apt.

Quatre puits, avons nous dit, avaient été foncés : l'un sur la rive droite, les trois autres sur la rive gauche du Calavon; mais M. Depéret, le premier, dans son rapport géologique, donna le conseil de supprimer le puits de la rive droite pour éviter les risques de contamination ; plus tard le Comité consultatif d'Hygiène de France émit le même avis.

Le puits de la rive droite fut supprimé.

Il existe donc actuellement trois puits, tous sur la rive gauche ; à l'aide d'une vanne on peut, en cas de besoin, isoler d'une façon complète celui qui est situé le plus près du Calavon (Voir planche chapitre VI).

Ces puits sont distants entre eux de 60 mètres et reliés par des drains perforés en béton de ciment de 0 m. 60 de diamètre intérieur, 0 m. 10 d'épaisseur et 1 mètre de longueur, placés sur le fond de rocher imperméable à 6 mètres.

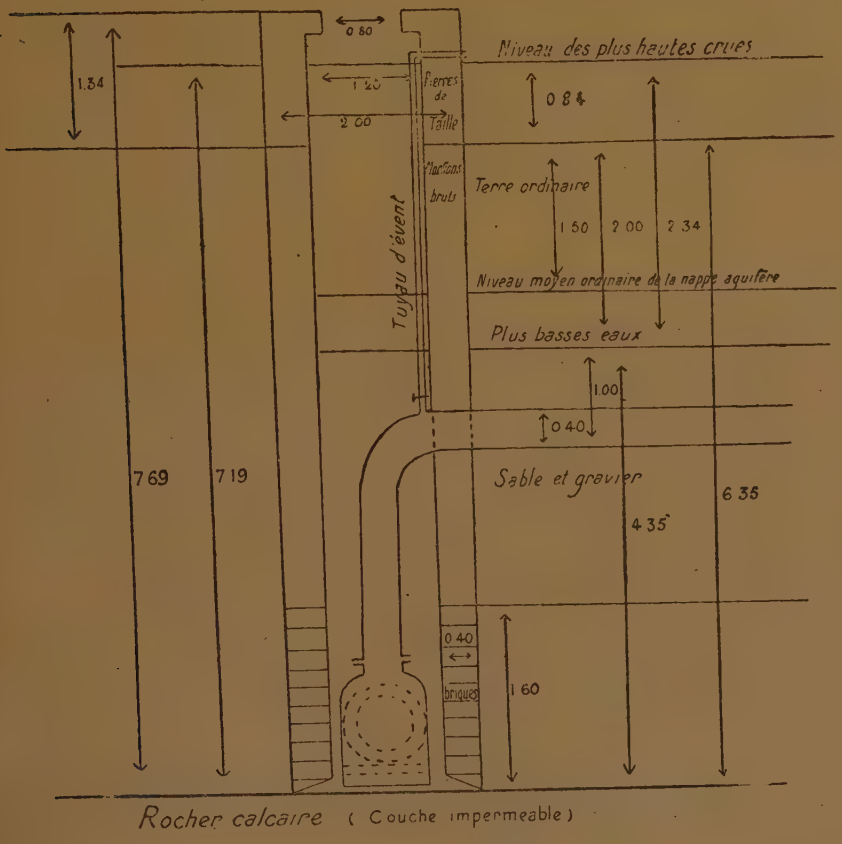
« Les puits, de forme circulaire, ont 1 m. 20 de diamètre intérieur. La maçonnerie est étanche et en moellons bruts avec mortier de ciment jusqu'à 4 m. 75 en contrebas du sol, c'est-à-dire jusqu'à 1 m. 60 au-dessus du fond des puits. A partir de ce point jusqu'au fond de rocher les parois sont en maçonnerie non étanche de briques creuses tubulaires afin de livrer passage à l'eau. Ces dispositions écarteront toute cause de contamination par infiltration d'eau de surface, les puits étant d'ailleurs couverts (1). »

Pendant un an, de l'été 1912 à l'été 1913, nous avons fait une première série d'analyses pour suivre les variations de l'eau au cours des différentes saisons.

---

(1) Projet des Bégudes.

Nous avons été obligée de prendre nos échantillons directement à la nappe par l'intermédiaire des puits, la canalisation n'étant pas encore faite.



Première analyse (août 1912)

Eté pluvieux et peu chaud.
Eau limpide.
Température 15°. Température de l'air 21°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°.	388 milligr.
Résidu fixe au rouge.	308 »
Perte au rouge.	80 »
Chlorures en Cl	5,7 »
Silice en SiO^2	11 »
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3.	1,7 »
Ammoniaque.	néant
Nitrites	néant
Nitrates en AzO^3H	1 milligr.
Chaux en CaO	121 »
Magnésie en MgO.	28 »
Acide sulfurique en SO^3.	62,4 »
Mat. organique en O liq. alcaline. .	2,9
Degré hydrotimétrique total . . .	27°
Degré hydrotimétrique permanent.	16°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2 . .	558
Phosphates	néant

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl	9,6
SO^4Ca	106
$(AzO^3)^2Ca$	1,3
CO^3Ca	137,44
CO^3Mg.	58.8
SiO^2	11
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$.	1,7

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 28 août 1912.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 9e jour : 53 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : résultat négatif.

Autres bactéries :

Bacillus fluorescens liquefaciens.
Bacillus liquidus.
Micrococcus aquatilis.

DEUXIÈME ANALYSE (22 octobre 1912)

Eau limpide.

Température de l'eau 14°. Température de l'air 8°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	421 milligr.
Résidu fixe au rouge	349 »
Perte au rouge	72 »
Chlorures en Cl	5,6 »
Silice en SiO^2	13 »
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3	2,9 »
Ammoniaque	néant
Nitrites	néant
Nitrates en AzO^3H	0,6 milligr.
Chaux en CaO	140 »
Magnésie en MgO	25 »
Acide sulfurique en SO^3	55 »
Mat. organique en liq. alcaline	1,3
Degré hydrotimétrique total	29°
Degré hydrotimétrique permanent	12°5
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	180
Phosphates	néant

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl	9,2
SO^4Ca	93,5

$(AzO^3)^2Ca$	0,78
CO^3Ca	180,85
CO^3Mg	52,5
SiO^2	13
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	2,9

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 22 octobre 1912.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 15e jour : 78 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : résultat négatif.

Autres bactéries :

Bacillus fluorescens liquefaciens.
Bacillus liquidus.
Micrococcus luteus.
Micrococcus roseus.

TROISIÈME ANALYSE (7 février 1913)

Eau limpide.

Température de l'eau 10°. Température de l'air 11°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	387	milligr.
Résidu fixe au rouge	302	»
Perte au rouge	85	»
Chlorures en Cl	6,5	»
Silice en SiO^2	11	»
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3	traces	
Ammoniaque	néant	
Nitrites	néant	
Nitrates	légère trace	
Chaux en CaO	119	milligr.
Magnésie en MgO	26	»

Acide sulfurique en SO^3	62	milligr.
Matière organiq. en liq. alcaline.	1,5	
Degré hydrotimétrique total . . .	24°	
Degré hydrotimétriq. permanent.	7°6	
Degré alcalimétrique	539	
Phosphates	néant	

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl	10,8
SO^4Ca.	105.4
$(AzO^3)^2$ Ca . . .	traces
CO^3Ca.	135
CO^3Mg	54,6
SiO^2.	11
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$.	traces

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 7 février 1913.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 8e jour : 35 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : résultat négatif.

Autres bactéries :

Bacillus fluorescens liquefaciens.

Bacillus liquidus.

QUATRIÈME ANALYSE (7 avril 1913)

Eau limpide malgré les pluies du 4 et 5 avril.

Température de l'eau 11°. Température de l'air 15°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°.	397	milligr.
Résidu fixe au rouge.	327	»
Perte au rouge.	70	»
Chlorures en Cl.	7	»

Silice en SiO^2	14	milligr.
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3	1,9	»
Ammoniaque	néant	
Nitrites	néant	
Nitrates AzO^3H	2,5	milligr.
Chaux en CaO	115	»
Magnésie en MgO	26	»
Acide sulfurique en SO^3	74	»
Matière organ. en liq. alcaline	1,4	
Degré hydrotimétrique total	23°	
Degré hydrotimétrique permanent	7°3	
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	549	
Phosphates	néant	

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl	11,7
SO^4Ca	125,8
$(AzO^3)^2Ca$	3,25
CO^3Ca	111
CO^3Mg	54,6
SiO^2	14
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	1,9

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 7 avril 1913.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 30e jour : 108 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : résultat négatif.

Autres bactéries :

Bacillus fluorescens liquefaciens (peu nombreux).

Bacillus liquidus.

Bacillus aurantiacus.

Micrococcus aquatilis.
Micrococcus roseus.

Conclusions. — *Eau de bonne qualité au point de vue chimique et à surveiller au point de vue bactériologique à cause des germes liquéfiants.*

Nous comparerons nos résultats à ceux obtenus à Lyon et à ceux obtenus par nous, avec les diverses sources alimentant Apt, quand nous aurons donné toutes les analyses que nous avons faites de l'eau des Bégudes.

Le Calavon est si voisin de la nappe que nous avons voulu nous rendre compte du rapport qui existe entre l'eau captée en vue de l'alimentation et celle de la rivière.

Nous avons prélevé deux échantillons dont voici les analyses :

Première analyse de l'eau du Calavon
au niveau des puits de captage de l'eau des Bégudes
(7 février 1913)

Eau trouble.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	370 milligr.
Résidu fixe au rouge	297 »
Perte au rouge	73 »
Chlorures en Cl	5 »
Silice en SiO^2	11 »
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3	17 »
Ammoniaque	néant
Nitrites	néant
Nitrates en AzO^3H	4 milligr.

Chaux en CaO	110 milligr.
Magnésie en MgO	32 »
Acide sulfurique en SO^3	73 »
Matière organique en liq. alcaline	1,5
Degré hydrotimétrique total	23°
Degré hydrotimétrique permanent	9°
Degré alcalimétrique en SO^4H^2	490
Phosphates	présence

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl	8,4
SO^4Ca	124
$(AzO^3)^2Ca$	5,2
CO^3Ca	92
CO^3Mg	67
Silice	10
$Fe^2O^3+Al^2O^3$	17

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 7 février 1913.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 5e jour : 320 par cc. d'eau.

Très nombreuses colonies liquéfiantes.

Deuxième analyse de l'eau du Calavon (même endroit) (7 avril 1913)

Eau légèrement trouble.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	364 milligr.
Résidu fixe au rouge	272 »
Perte au rouge	92 »
Chlorures en Cl	4,3 »
Silice en SiO^2	20 »

Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3 . . .	2,6 milligr.
Ammoniaque	néant
Nitrites	néant
Nitrates en AzO^3H	traces
Chaux en CaO	96 milligr.
Magnésie en MgO	19,5 »
Acide sulfurique en SO^3	69,5 »
Matière organique en liq. alcaline. . .	1,3
Degré hydrotimétrique total	22°
Degré hydrotimétrique permanent . .	8°5
Degré alcalimétrique	485
Phosphates	présence

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl	7,2
SO^4Ca	118
$(AzO^3)^2Ca$	traces
CO^3Ca	84,7
CO^3Mg	40,9
SiO^2	20
$Fe^2O^3+Al^2O^3$ . .	2,6

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 7 avril 1913.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 7e jour : 1350 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : 10 coli par cc. d'eau.

Très nombreuses colonies liquéfiantes.

En somme, au point de vue chimique, nous constatons très peu de différence entre l'eau de la rivière et celle de la nappe. Il n'y a là rien de bien étonnant, si l'on songe que les mêmes pentes alimentent l'un et l'autre.

Au point de vue bactériologique les résultats sont bien différents.

Nous avons trouvé dans nos deux analyses de l'eau du Calavon une grande quantité de germes et toujours du coli-bacille en proportion assez considérable, tandis que l'eau de la nappe ne nous a donné que peu de bactéries et jamais de coli. Si donc l'eau du torrent s'infiltre dans la nappe, elle se débarrasse de ses microbes avant de l'alimenter, grâce au colmatage argileux qui recouvre le fond du Calavon.

La conduite d'amenée de l'eau des Bégudes est établie depuis le mois de juillet 1913. Elle emprunte (V. carte), depuis la gare de St-Martin, le sol de la route nationale, presque sur tout son parcours : sa longueur totale est de 13.100 mètres.

Le dessus des tuyaux se trouve presque toujours à 1 mètre au-dessous du sol ; la profondeur des tranchées dépasse parfois plusieurs mètres. Ces tuyaux sont en fonte, ils mesurent 0 m. 30 de diamètre intérieur, 0 m. 015 d'épaisseur et 4 mètres de longueur utile avec assemblage à emboîtement et cordon.

La conduite, à son origine, est disposée en forme de siphon (1) ; celui ci est noyé à 0 m. 50 au-dessous du plus bas niveau connu de l'eau dans le gravier de la nappe aquifère. Le désamorçage du siphon est rendu ainsi complètement impossible.

Le Calavon est le seul cours d'eau de quelque importance que la conduite ait à traverser. Elle le coupe deux fois : 1° à 470 mètres des puits elle passe sous la rivière ; 2° à 5.000 mètres en amont d'Apt elle passe sur la rivière

---

(1) Voir dessin de la coupe du puits.

avec le pont des Fringants lui-même. A la rencontre des petits affluents du Calavon, la conduite est établie sous leur lit maçonné sur une certaine longueur à droite et à gauche pour la défendre contre les affouillements.

En attendant que le réseau de distribution en ville soit établi, ce qui demandera encore de longs mois, la municipalité a mis depuis le mois de juillet dernier, à un demi-kilomètre environ d'Apt, l'eau des Bégudes dans la canalisation des Ramades pour que les Aptésiens puissent jouir immédiatement de cette eau tant désirée et attendue depuis si longtemps.

Quand l'ensemble des travaux sera terminé, l'eau arrivera dans deux réservoirs complètement finis à l'heure actuelle. Ils sont construits au sud de la ville sur le coteau, à 100 mètres de distance du quartier le plus voisin et à 15 mètres au-dessus du sol des maisons les plus élevées.

Leur contenance totale est de 4.200 mc. La construction de deux bassins séparés permettra d'assurer le service pendant les nettoyages et les réparations ; en cas d'accident on pourra, grâce à une communication facultative ménagée entre la conduite d'amenée et celle de distribution, donner directement l'eau aux habitants.

Chacun des réservoirs, de forme circulaire pour donner le maximum de superficie avec le minimum de périmètre, a 25 mètres de diamètre intérieur, la tranche d'eau s'élèvera à 4 m. 20. Ils sont construits en béton de ciment armé, les parois ont une épaisseur de 0 m. 25 à la base et 0 m. 10 au sommet.

Des piliers verticaux de 0 m. 20 de section, au nombre de 45, supportent la couverture sur laquelle sera répandue une couche de terre végétale de 0 m. 50 d'épaisseur, pour protéger l'eau contre les variations de température.

Cette précaution fort sage nous paraît insuffisante ; 0 m. 50 est un minimum réclamé par les techniciens. Il ne faut pas oublier que l'été est souvent très long et très chaud à Apt, et que l'on se trouvera exposé, avec une couche de terre aussi minime, à voir l'eau perdre de sa fraîcheur. Il serait préférable de doubler la couche protectrice.

Le fond des réservoirs est en béton non armé, sauf sur une épaisseur de 0 m. 10 à la surface ; cependant à la base des piliers l'armature occupe toute l'épaisseur du radier, soit 0 m. 30 au-dessus d'un socle en béton non armé. Il a une inclinaison de 0 m. 10 vers la décharge pour assurer la vidange.

L'excédent d'eau s'écoulera par un orifice de trop-plein, une ouverture pour la vidange permettra d'opérer le nettoyage.

Quand l'eau des Bégudes sera distribuée d'une façon définitive, l'adduction d'eau existante ne servira plus qu'à l'arrosage, elle sera supprimée pour l'alimentation publique « sauf en ce qui concerne la partie correspondante à la source de Viton, qui est à l'abri de toute contamination » (1). Nous avons démontré combien cette assertion est inexacte,

Une centaine de propriétaires de l'eau des Ramades tiennent à la conserver malgré ses mauvaises qualités, on continuera donc à la leur distribuer. Il faut espérer que peu à peu la substitution de l'eau des Bégudes à celle des Ramades se fera partout.

Depuis que l'eau des Bégudes est amenée à Apt et distribuée sans passer par les réservoirs, nous avons fait

---

(1) Projet des Bégudes.

deux nouveaux prélèvements, en septembre et en novembre.

Nous avons recueilli l'eau à son arrivée dans les maisons.

PREMIÈRE ANALYSE (1er septembre 1913)

Eau limpide.

Température de l'eau 17°. Température de l'air 30°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°.	367 milligr.
Résidu fixe au rouge.	280 »
Perte au rouge.	87 »
Chlorures en Cl.	7,8 »
Silice en SiO^2.	14 »
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3. . .	traces
Ammoniaque.	néant
Nitrites.	néant
Nitrates en AzO^3H.	traces
Chaux en CaO.	121 milligr.
Magnésie en MgO.	30 »
Acide sulfurique en SO^3.	57,8 »
Matière organique en liq. alcaline. .	1,4
Degré hydrotimétrique total.	29°
Degré hydrotimétrique permanent. .	13°
Degré alcalimétrique.	578
Phosphates.	néant

Composition probable (en milligr. par litre)

NaCl.	12,8
SO^4Ca	98,3
$(AzO^3)^2Ca$. . . .	traces
CO^3Ca.	143

CO^3Mg	63
SiO^2	14
$Fe^2O^3+Al^2O^3$.	traces

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 1er septembre 1913.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 23e jour : 109 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : résultat négatif.

Autres bactéries :

Bacillus fluorescens liquefaciens (1 pour 2 cc. d'eau).

Bacillus liquidus.

Bacillus aurantiacus.

DEUXIÈME ANALYSE (25 novembre 1913)

Température de l'eau 13°5. Température de l'air 6°.

Analyse chimique

Résidu fixe à 180°	405	milligr.
Résidu fixe au rouge	324	»
Perte au rouge	81	»
Chlorures en Cl	5,9	»
Silice en SiO^2	13	»
Fer et alumine en Fe^2O^3 et Al^2O^3 . . .	néant	
Ammoniaque.	néant	
Nitrites	néant	
Nitrates en AzO^3H	traces	
Chaux en CaO.	122,4	milligr.
Magnésie en MgO.	31,6	»
Acide sulfurique en SO^3.	69	»
Matière organique en liq. alcaline. .	1,4	
Degré hydrotimétrique total	29°	
Degré hydrotimétrique permanent .	14°	

Degré alcalimétrique	558
Phosphates	néant

Composition probable (en milligr. par litre)

$NaCl$	9,7
SO^4Ca	117,3
$(AzO^3)^2Ca$	traces
Co^3Ca	132,8
Co^3Mg	66,3
SiO^2	13
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	néant

Analyse bactériologique

Prélèvement fait le 25 novembre 1913.

Eau limpide.

Germes aérobies trouvés jusqu'au 13e jour : 315 par cc. d'eau.

Recherche du coli-bacille : résultat négatif.

Autres bactéries :

Bacillus fluorescens liquefaciens (1 pour 3 cc. d'eau).

Micrococcus aquatilis.

Micrococcus luteus.

Micrococcus roseus.

C. — Discussion des résultats

Si nous considérons l'ensemble de ces analyses, aussi bien celles effectuées sur les échantillons pris à la nappe, que celles faites sur l'eau rendue en ville, nous constatons peu de différences entre elles.

L'eau est toujours restée limpide, même après de violents orages.

La température, au puits de captage, oscille entre 10° en hiver et 15° en été, mais elle s'échauffe légèrement durant le trajet, puisqu'en septembre 1913 elle était de 17° à son arrivée dans les maisons. Il est vrai que la température de l'air était de 30°; il est cependant à redouter qu'après un séjour dans les réservoirs, l'eau ne s'échauffe encore davantage et ne perde un peu de cette qualité de fraîcheur qui n'est pas à dédaigner et que possède l'eau de Viton.

Le degré hydrotimétrique est peu élevé; il varie dans les limites suivantes : 23° en hiver pour 29° en été. Cette différence est habituelle du reste; au moment où l'eau est moins abondante, la concentration des sels est plus grande et le degré hydrotimétrique augmente.

Nous avons vu que ce degré avait varié dans des proportions considérables au cours des diverses analyses faites à Lyon par M. le professeur Dubois, et nous avons dit à quelle cause nous pensions qu'il fallait attribuer ces fluctuations. Nos résultats sont semblables à ceux de la dernière analyse de septembre 1910. Il paraît donc que la nappe ait pris son état d'équilibre définitif. Le résultat de la première analyse faite à Lyon en 1905, qui donne 11°, reste pour nous inexpliqué.

L'eau des Bégudes est supérieure à celle de Viton et des Ramades pour le degré hydrotimétrique; alors que ces deux sources nous ont donné 36° et 41° en moyenne, nous avons eu 26° avec la nouvelle eau captée.

Les sulfates sont contenus dans l'eau des Bégudes en trop grande quantité. Nous avons obtenu comme moyenne 109 milligr. par litre, chiffre dépassant de beaucoup celui accordé comme limite par les divers

auteurs. Le Comité consultatif d'Hygiène considère comme suspecte toute eau renfermant plus de 50 milligr. de sulfates par litre. Dans notre région où le calcaire lacustre, riche en sulfates, occupe une très large surface, il serait impossible de trouver une eau remplissant les conditions demandées. Ogier et Bonjean écrivent que les sulfates peuvent dépasser 300 milligr. sans qu'on ait à suspecter la pureté de l'eau au point de vue des contaminations superficielles. « On n'en autorisera l'emploi que dans les régions où il serait impossible de trouver mieux (1). » C'est absolument le cas pour notre contrée ; nous le regrettons et le regretteront avec nous ceux qui se rappellent ce que dit le docteur Ferrier sur la nocivité des eaux sulfatées calciques (2).

De même que nous avons vu l'eau des Bégudes être de meilleure qualité pour le degré hydrotimétrique que celles des Ramades et de Viton, de même elle leur est supérieure pour sa moindre teneur en sulfates. Nous avons obtenu 109 mmgr. pour les Bégudes, 115 mmgr. pour Viton et 214 mmgr. pour les Ramades, de sulfate de chaux par litre.

Les autres sels sont en quantité normale ; ils indiquent une eau bonne au point de vue chimique.

Au point de vue bactériologique, l'eau de la nappe des Bégudes n'est pas absolument parfaite.

La quantité de germes n'est pas très élevée, en moyenne 115 bactéries au cc. ; Miquel donne comme eau très pure celle qui renferme de 10 à 100 bactéries et comme eau pure celle qui en a de 100 à 1.000. Macé est plus sévère : il considère comme suspecte toute eau contenant

---

(1) Brouardel et Mosny. — *Loc. cit.*, p. 335.

(2) Voir plus haut, chapitre III, p. 46.

plus de 200 microbes au cc. L'eau des Bégudes atteint à peine 100 germes. Comme elle ne renferme pas de bacille-coli, nous pourrions la déclarer bactériologiquement pure, mais la présence de liquéfiants nous oblige à une certaine réserve, puisqu'ils sont l'indice d'une contamination de surface que nous allons étudier dans le chapitre suivant.

CHAPITRE VI

DANGERS DE CONTAMINATION DE LA NAPPE DES BÉGUDES MESURES A PRENDRE POUR SA PROTECTION

Nous avons vu que la plaine renfermant la nappe des Bégudes se trouve à 13 kilom. d'Apt, de part et d'autre du Calavon. Depuis la passerelle des Guis, où elle se resserre, jusqu'au point où le Calavon vient buter contre la colline, elle mesure environ 900 mètres de long, et, au niveau des puits, 400 mètres de large. Mais le bassin d'alimentation de la nappe est bien plus étendu : il comprend une large plaine d'alluvions, les pentes et les contreforts du Luberon, les collines de Céreste, de Viens et de St-Martin.

La petite plaine, dont nous donnons le plan, est constituée par une couche de terre arable argilo-sableuse, au-dessous de laquelle du gravier à très gros grains laisse circuler avec la plus grande facilité l'eau de la couche aquifère.

Dans le projet d'adduction nous trouvons le renseigne-

ment suivant : « Le sol qui recouvre la nappe aquifère est composé de terre végétale perméable de 1 m. de hauteur mélangée de gravier. »

D'autre part, nous avons fait faire quelques sondages pour nous rendre compte de l'épaisseur de la couche de terre cultivable superposée au gravier. A 200 mètres en amont des puits, elle est d'environ 90 cm.; à 75 mètres, elle n'a plus que 80 cm., et à 50 mètres nous n'avons trouvé que 45 cm. d'un mélange de sable et d'humus.

Des cultures nombreuses sont faites sur ce terrain : vignobles, prairies, champs de céréales, le tout fumé abondamment au fumier de ferme. La nappe d'eau se trouvant à peu de distance au-dessous du sol (moins de 1 mètre dans les hautes eaux), il convient de la protéger efficacement contre les contaminations toujours à redouter.

Les germes sont très difficilement arrêtés par le sol, l'argile seule est absolument imperméable, encore faut-il qu'elle soit pure et comprimée.

« Les sables fins et homogènes sous une épaisseur de 2 à 6 mètres retiennent les microbes, mais plusieurs centaines de mètres ne sont pas suffisants pour assurer le filtrage dans les terrains fissurés », dit M. Martel (1).

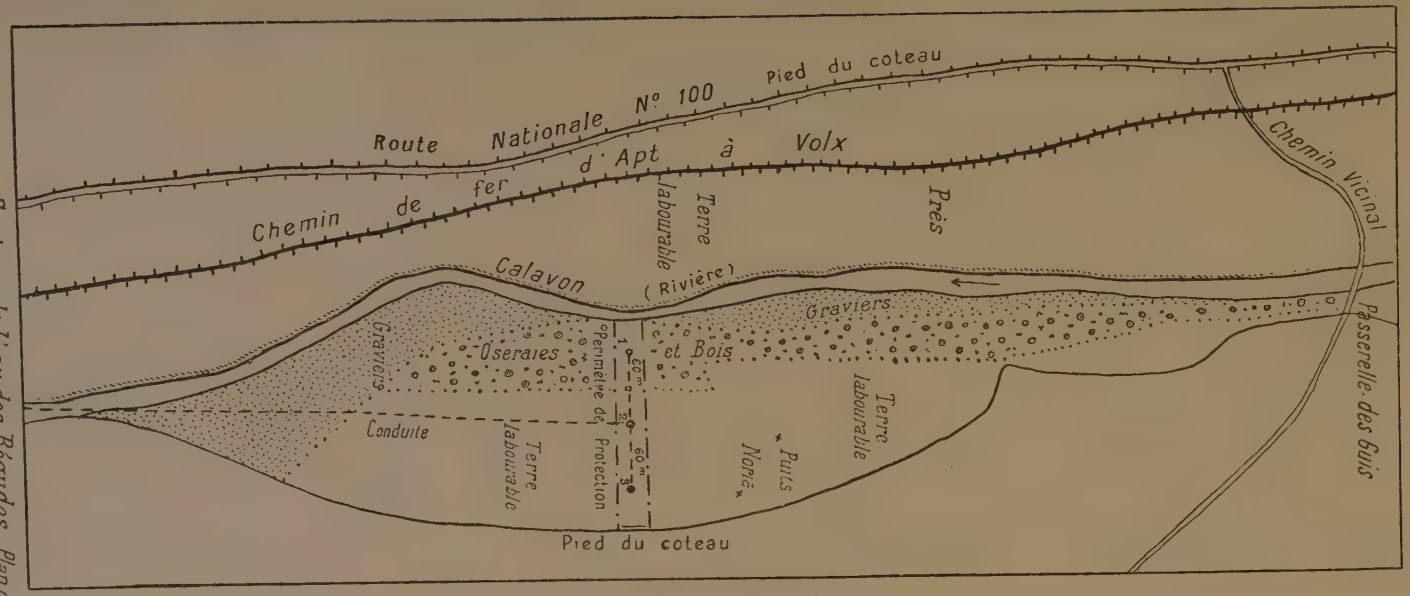
« Les calcaires fissurés ne donnent des nappes pures que si leur épaisseur est considérable et atteint une cinquantaine de mètres (2). »

« Les alluvions anciennes ou modernes ne donnent de l'eau pure et indépendante des souillures de la surface que si le gravier est d'un grain assez fin et si la couche

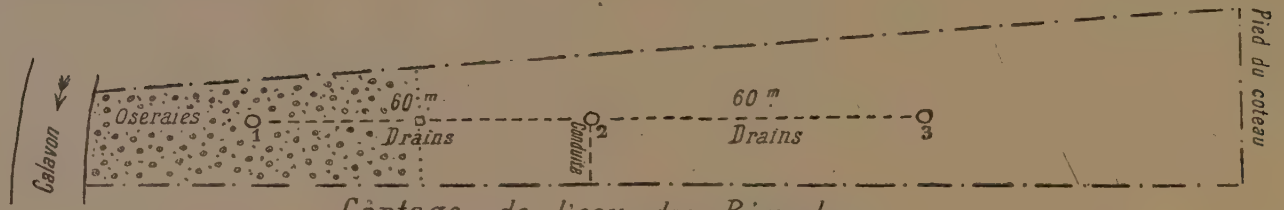
---

(1) Brouardel et Mosny. — *Loc. cit.*, p. 119 et 173.

(2) Imbeaux. — Les eaux potables, p. 216.



Captage de l'eau des Bégudes Plan des lieux
(D'après le projet de Mr MINGUIER)



Captage de l'eau des Bégudes
Drains & Puits Périmètre de protection

est assez épaisse : il ne semble pas qu'on ait de sécurité à moins de 6 mètres de profondeur (1). »

Il est donc naturel que les promoteurs du projet des Bégudes se soient occupés sérieusement de protéger leur nappe, étant donné surtout qu'elle se trouve justement dans un terrain d'alluvions, et le calcaire fissuré constituant la majeure partie de son bassin d'alimentation.

Dans un premier projet on avait songé à remplacer la terre labourable par une couche de 0 m. 75 au maximum d'argile pilonnée sur une largeur de 15 mètres de part et d'autre de la ligne des drains. Mais le Comité consultatif d'Hygiène trouvant que les 15 mètres proposés n'étaient pas suffisants, et exigeant un périmètre de protection plus étendu, on a renoncé à faire ce travail qui aurait entraîné d'ailleurs des dépenses considérables. La municipalité se propose d'étendre dans les plus larges mesures possibles ce périmètre de protection ; toutefois, en attendant que ce projet soit exécuté, il serait bon qu'elle exerçât une surveillance efficace.

Dans le courant du mois de juillet 1913, nous avons remarqué, en effet, qu'on avait fait une récolte de céréales sur le terrain s'étendant entre les deux puits les plus rapprochés du coteau ; et, au mois de novembre suivant, nous avons vu la terre labourée sur une étendue plus grande encore au-dessus de la ligne des drains, tout le périmètre de protection étant transformé en un champ d'avoine.

Actuellement donc, il ne reste plus rien de la zone réservée.

Cette question du périmètre de protection a cependant

---

(1) Imbeaux. — *Loc. cit.*, p. 217.

une importance considérable. C'est toujours la grave question à résoudre chaque fois qu'il s'agit d'adduction d'eau.

Duclaux dit : « Toute eau de source doit être surveillée, non seulement aux abords de l'orifice, mais encore dans tout son parcours souterrain, surtout lorsqu'elle circule dans une région où la filtration poreuse est aussi aléatoire que dans les terrains calcaires (1). »

M. Imbeaux écrit : « Les sources dont le bassin alimentaire est boisé ont de sérieuses garanties de pureté.

»... Il n'en est pas de même pour les champs livrés à la grande culture, en raison de ce fait qu'on y répand, pour les enterrer par le labour, le fumier et les engrais d'origine animale et parfois humaine qu'on recueille dans les exploitations agricoles : les pluies qui délavent ces engrais peuvent faire descendre leurs germes jusqu'à la nappe souterraine quand celle-ci n'est pas profonde (2). »

Enfin, les membres du Congrès de l'Hygiène, réunis à Bruxelles en septembre 1903, ont adopté les conclusions suivantes :

« Les alimentations au moyen d'eaux issues de terrains calcaires doivent être l'objet d'une attention particulière en raison des imperfections possibles du filtrage dans les terrains fissurés.

La distribution d'eau étant établie, des mesures de surveillance doivent être instituées et poursuivies tant en ce qui concerne les eaux captées que leur bassin d'alimentation (3). »

---

(1) Brouardel et Mosny. — *Loc. cit.*, p. 148.
(2) Imbeaux. — *Loc. cit.*, p. 123.
(3) Brouardel et Mosny. — *Loc. cit.*, p. 152.

L'opinion des personnes aussi autorisées que MM. Imbeaux et Duclaux nous dispense de rien ajouter aux citations que nous venons de faire.

Le voisinage du Calavon fait, lui aussi, courir un réel danger de contamination. Les crues sont rares, il est vrai, mais parfois très importantes et la plaine alluviale qui renferme la nappe est très facilement inondée, l'eau pouvant s'élever jusqu'à 0 m. 80 au-dessus du sol. Il est inutile de dire quelles conséquences fâcheuses peuvent avoir le séjour ou le simple passage de cette eau polluée sur tout son parcours par le transport de toutes les ordures et immondices qui séjournent toujours dans les villages et autour des fermes.

Il y a autre chose encore, qu'il serait facile d'améliorer d'ailleurs.

En amont de la ligne des drains, existent deux puits, l'un à 100 mètres avec noria, l'autre à 150 mètres avec pompe.

Depuis les travaux de captage, ils sont inutilisés à cause de l'abaissement de niveau de la nappe, survenu à la suite du débit de 3.000 litres à la minute qu'on lui fait fournir. Comme ils ne sont ni fermés, ni comblés, ils constituent une menace continuelle de pollution.

Le peu d'eau qui reste au fond est en contact direct avec l'air extérieur, et, de plus, ces puits sont exposés à recevoir toutes sortes d'ordures et même, à l'occasion, des animaux morts.

La terre légèrement argileuse de la plaine se fend en été, pendant les fortes chaleurs. Nous avons vu, au mois d'août 1913, le sol coupé en tous sens par de véritables crevasses de plusieurs centimètres de large qui atteignaient le gravier de la couche aquifère.

Des pluies d'orage brusques et abondantes, délavant

la surface du sol, en entraîneraient certainement les souillures directement dans la nappe.

Les observations diverses que nous avons faites, en étudiant le captage des Bégudes et les terrains environnants, nous ont donc convaincue que cette eau est mal protégée. Nous n'avons cependant pas voulu, dans une question aussi grave au point de vue l'hygiène, conclure sur de simples présomptions, quelque bien fondées qu'elles puissent être. Nous avons voulu faire la preuve directe du danger couru.

Nous avons procédé, tout d'abord, à une première expérience avec de la levûre de bière ; nous avions choisi des levûres de fermentation basse dont les éléments sont plus petits que ceux de levûre de fermentation haute. Les brasseries de Ruoms nous avaient envoyé, dans un tonneau avec de la glace, 20 kilog. de levûre impure. Nous avions choisi une époque de grande sécheresse (8 septembre) pour notre expérience, afin que la réussite en fût plus certaine ; malheureusement une pluie inopinée nous obligea à renvoyer de 48 heures et d'opérer dans de plus mauvaises conditions.

Nous avions fait transporter sur les lieux, outre la levûre, 20 ballons de 1 litre renfermant chacun 250 cc. de bouillon de culture (1), une pompe à diaphragme pouvant débiter 250 litres à la minute.

La pompe fut installée sur la margelle du puits ; on

---

(1) Nous avons préparé ce bouillon de la façon suivante :

Décoction d'orge (obtenue en faisant bouillon pendant 1/4 d'heure 30 gr. d'orge dans 1 litre d'eau).

Filtrer et concentrer au bain-marie jusqu'à extrait fluide (c'est-à-dire réduire jusqu'à 200 cc. environ).

Dissoudre ensuite :

creusa une cuvette à la limite du périmètre de protection, en amont du puits n° 2 d'où part la conduite d'amenée des eaux à Apt, dans laquelle on répandit la levûre. Des tuyaux en zinc allant du déversoir de la pompe à la cuvette amenaient l'eau à celle-ci. Pendant plusieurs heures, de 8 heures du matin à 4 heures du soir, l'on pompa d'une façon à peu près continue, de manière à laisser constamment la levûre immergée.

Avant que la levûre n'ait été répandue, nous avions pris trois ballons renfermant le bouillon de culture et y avions ajouté 500 cc. de l'eau en expérience, ces ballons devant servir de témoin.

Une heure après avoir délayé et arrosé la levûre, nous avons commencé à faire des prélèvements (comme pour les premiers ballons) tous les quarts d'heure d'abord, toutes les demi-heures ensuite jusqu'à 4 heures du soir. A partir de midi d'autres échantillons étaient recueillis par notre sœur, à Apt, à l'arrivée de l'eau dans les maisons.

Les ballons rapportés au laboratoire ont été laissés à une température voisine de 25°.

Au bout de 4 à 5 jours nous avons retrouvé des éléments de levûre dans quelques-uns des ballons ensemencés avec de l'eau en expérience, mais il en avait poussé aussi dans deux des ballons témoins, en même

---

Sucre cristallisé.....	150 gr.
Phosphate acide d'ammoniaque	5 gr.
Acide tartrique,.....	7 gr.

dans le minimum d'eau 200 cc. environ.

Stériliser le tout et l'ajouter aussi aseptiquement que possible dans 1 litre d'eau où doit se trouver la levûre.

temps que de nombreuses moisissures envahissaient toute la surface du liquide.

La présence de levûre dans les ballons témoins ne nous a nullement étonnée ; l'aide expérimenté qui a l'habitude de nous accompagner dans nos excursions n'avait pas pu se joindre à nous. Nous n'avions pour nous seconder que des ouvriers ou des personnes peu habitués aux minuties d'expériences de ce genre et, malgré des recommandations nombreuses et souvent répétées, nous n'avons pas pu empêcher qu'ils touchent la pompe et ses accessoires avec des mains plus ou moins souillées de levûre. Le danger était d'autant plus grand que la pompe étant installée sur la margelle même du puits, l'eau qui en déversait n'était pas reçue en totalité par les tuyaux conducteurs, mais se répandait sur la margelle salie par les pieds des ouvriers et retombait dans le puits.

Nous avons considéré cette expérience comme étant sans valeur, nous promettant de la recommencer plus tard, tout en évitant les causes de notre premier échec.

Dans le courant du mois d'octobre dernier, nous avons voulu préparer nous-même la quantité de levûre nécessaire à notre nouvelle expérience en partant de levûre pure. Pour cela nous nous sommes adressée à M. Velten, brasseur à Marseille. Très aimablement il nous a envoyé 2 flacons de Hansen contenant chacun sur du coton une petite quantité de levûre basse pure de Munich.

Nous avons mis dans chaque flacon un peu de bouillon de culture tel que celui employé pour notre 1re expérience. Mais, le développement de la levûre se faisant mal, il nous aurait fallu un temps extrêmement long pour arriver à obtenir la quantité de levûre nécessaire.

Nous sommes donc allée à Marseille pour demander à M. Velten de vouloir bien nous donner de la levûre toute prête. Il nous a offert de la levûre « pratiquement pure » qu'on utilise pour la fabrication de la bière, celle qu'on délivre aux pharmaciens. Pour la mettre dans les conditions plus favorables à son développement nous avons pris de l'orge maltée pour préparer notre bouillon de culture.

Le 24 novembre, après avoir été encore gênée par la pluie, nous avons fait transporter à nouveau sur le terrain des Bégudes, la pompe, des ballons renfermant 250 cc. de moût (1) et 2 kilogr. de levûre.

Instruite par les ennuis d'installation que nous avions eus lors de notre expérience précédente, nous avons fait placer la pompe en dehors du puits, sur un échafaudage spécial, pour éviter la souillure du puits par l'eau retombant dans la nappe.

Une cuvette a été de nouveau creusée à la limite du périmètre de protection en amont des drains. La personne chargée d'y répandre la levûre a d'abord soigneusement divisé celle-ci avec du sable avant de la délayer dans l'eau, afin de rendre sa pénétration plus facile. Ce travail fait, elle a évité de toucher aux appareils.

Avant qu'on ait répandu la levûre nous avons préparé trois ballons témoins.

---

(1) Le moût a été préparé ainsi qu'il suit : Nous avons mélangé bien intimement 50 gr. de farine de malt récemment préparée à 200 cc. distillée chauffée au préalable à 45° C. Nous avons mis les vases contenant le mélange au bain-marie à 50°-55° C. Durant la 1re demi-heure la température a été maintenue à 45°, puis élevée régulièrement à 70° C en 25 minutes, soit 1° C par minute. Nous avons laissé notre préparation à cette température pendant une heure, puis nous l'avons filtrée et stérilisée.

Une heure après le commencement des pompages nous avons pris dans nos ballons des échantillons de l'eau en expérience. Nous avons poursuivi nos prélèvements de 9 heures du matin à 3 heures de l'après-midi. A notre arrivée en ville à 5 heures, plus tard encore dans la soirée et le lendemain matin nous avons recueilli de nouveaux échantillons de l'eau, au robinet de consommation dans la maison.

Pour éviter, autant que possible, l'envahissement des moisissures, nous n'avons pas laissé les ballons à une température supérieure à 15°.

Après 8 jours, dans les ballons numéros 1, 2, 3, 4, 5, 6 prélevés à la nappe entre neuf et onze heures du matin, et 15 prélevé à Apt à 6 heures du soir, nous avons constaté la présence de quelques éléments de levûre, les ballons témoins n'en renfermant pas cette fois. Jour par jour nous avons fait des examens au microscope pour suivre la progression du développement du saccharomyces; jour par jour aussi, nous avons vérifié nos ballons témoins et constaté l'absence de levûre.

Il est à remarquer que c'est dans les échantillons d'eau recueillis pendant les deux premières heures que la levûre a été retrouvée, et de ceci on peut donner deux explications : ou bien tous les éléments de levûre ont été entraînés rapidement dans la nappe par les premiers arrosages, ou encore la terre qui, dès le début des expériences, était relativement sèche, a laissé passer la levûre, mais l'a retenue ensuite lorsque, par le fait de l'imbibition, les pores du sol se sont formés.

Pour essayer d'avoir des cultures à peu près pures, car malgré toutes nos précautions les moisissures commençaient à envahir nos préparations, nous avons fait des réensemencements dans du moût stérile avec la levûre

trouvée dans les ballons. Au bout de quelques jours, le moût s'est mis à fermenter et l'odeur caractéristique de la bière s'est développée.

Cette nouvelle expérience nous donne la preuve qu'à 10 mètres en amont des puits, à la limite du périmètre de protection, la terre arable qui recouvre la nappe laisse passer les éléments figurés de la levûre mesurant de 8 à 10 μ et doit certainement laisser passer les microbes bien plus ténus.

En même temps que nous faisions notre essai à la levûre de bière, nous avons fait un essai à la fluorescéine.

Nous avons répandu dans une cuvette de 1 mètre de large et 10 cm. de profondeur une solution alcoolique de 6 grammes de fluorescéine, puis nous avons fait arroser abondamment comme pour la levûre.

De temps en temps nous avons examiné l'eau du puits dans un tube de verre de 3 cm. de large sur un mètre de long dont nous avions fermé une des extrémités par un bouchon recouvert de papier blanc. Sur une épaisseur de 1 mètre une très faible coloration donnée à l'eau par la fluorescéine se retrouve facilement.

Nous n'avons pas obtenu de résultat positif. Nous pensons que cet échec vient de ce que la quantité de fluorescéine, 6 grammes (tout ce dont nous pouvions disposer à ce moment), n'était pas suffisante pour l'énorme masse d'eau mise en expérience ; d'autre part, des transformations chimiques produites par le terrain ou l'eau sur la fluorescéine ont pu gêner la coloration. Nous avions pris un flacon d'ammoniaque pour régénérer la couleur ; malheureusement il a été cassé dans le transport.

Les risques de pollution de la nappe des Bégudes étant signalés, il nous reste à indiquer les mesures qu'il serait indispensable de prendre pour la protéger :

1° Il faut mettre à l'abri des crues du Calavon la plaine où sont les puits de captage ; pour cela il suffit de construire une digue assez haute et assez résistante.

2° Il est de toute nécessité de combler les puits situés en amont des drains et qui constituent un véritable danger.

3° Il faut établir un périmètre de protection sérieux, car il est inutile d'avoir capté une eau bonne, en elle-même, comme les analyses le prouvent, d'avoir fait des dépenses considérables pour la conduire à Apt et la distribuer dans les meilleures conditions possibles, si, d'autre part, on ne fait rien pour la protéger contre les risques très certains de contamination, qu'elle court à la source même.

« En 1871, Vienne, en Autriche, a acquis 4.560 hectares pour protéger une adduction ; pour une autre captage elle a acquis et transformé en domaine forestier 5.911 hectares (1). »

« Au Havre le périmètre de protection du nouveau captage est de 17 hectares (2). »

M. Martel dit : « En principe, la protection en matière de terrains fissurés devrait s'étendre à la totalité du bassin d'alimentation (3). »

Enfin M. Putzeys est encore plus exigeant puisqu'il demande que « la zone de protection soit aménagée de façon à rejeter au dehors les eaux de ruissellement et qu'elle soit inaccessible au public. »

On voit donc qu'on peut, sans crainte d'exagération, étendre sur une large surface le périmètre de protection ;

---

(1) Brouardel et Mosny. — *Loc. cit.*, p. 165.
(2) Brouardel et Mosny. — *Loc. cit.*, p. 166.
(3) Brouardel et Mosny. — *Loc. cit.*, p. 166.

mais, si on voulait savoir exactement à quel point on peut établir sa limite, on pourrait tenter des expériences dans le genre de celles que nous venons de relater.

Forer des puits jusqu'à la nappe à 100 m., 200 m. etc., en amont des drains de captage, sur l'une et l'autre rive du Calavon, projeter par ces puits directement dans la nappe de la levûre, recueillir l'eau et la cultiver comme nous l'avons déjà fait.

Des expériences nombreuses et bien conduites donneraient certainement des renseignements précieux et permettraient sans doute la protection efficace de la nappe.

Cependant, comme on n'est jamais sûr d'atteindre le but poursuivi, on pourrait envisager une autre solution : la stérilisation de l'eau par l'ozone ou les rayons ultra-violets (1).

Mais ces procédés, en somme coûteux et peu applicables à Apt où il n'y a pas de distribution d'énergie électrique, ne sauraient être d'après nous qu'un pis aller ; le mieux est d'essayer d'abord de protéger sérieusement la nappe d'eau qui alimente la ville.

---

(1) Il résulte d'expériences diverses faites avec l'ozone, que la dépense est d'environ 2 hectowatts par mc. L'hectowatt dans certaines grandes villes est payé 0 fr. 05 ce qui donnerait pour Apt une dépense journalière d'environ 400 francs si on faisait donner à la nappe un débit de 3.000 litres par minute.

Les lampes pour la stérilisation par les rayons ultra-violets du type Westinghouse-Cooper-Hervitt peuvent stériliser 25 mc. à l'heure et dépensent environ pour cela 0 fr. 50, soit pour 1 mc. 0 fr. 02. Pour Apt la dépense ne serait que de 90 fr. environ par jour. Seulement il faut que les eaux soumises à ce traitement aient été totalement clarifiées par une filtration préalable.

CONCLUSIONS

I. — Les sources anciennes, St-Martian, Viton, les Ramades sont de mauvaise qualité et ne doivent pas être conservées, même comme appoint, pour l'alimentation de la ville en eau potable.

La première peut être considérée comme pure au point de vue chimique, mais *elle est dangereuse au point de vue bactériologique ;* nous avons rencontré du *coli dans toutes nos analyses* (en moyenne 4 coli par cc.).

L'eau de Viton et l'eau des Ramades (la dernière surtout) ont une composition chimique qui laisse à désirer. A la rigueur celle de Viton pourrait être utilisée bien que son degré hydrotimétrique soit de 36° et sa teneur en chaux de 115 milligr. en moyenne par litre ; mais celle des Ramades ne doit pas être acceptée pour la consommation ; son degré hydrotimétrique oscille entre 39° et 44° et la moyenne du sulfate de chaux a été de 214 milligr. pendant l'année 1913.

L'eau de ces deux sources, enfin, *est de qualité inférieure au point de vue bactériologique.* La première renferme du *coli après les pluies*, la deuxième en renferme *en tous temps* (en moyenne 3 coli par cc.).

II. — L'eau des Bégudes est abondante, largement suffisante pour la population : elle peut, à l'heure actuelle, fournir 800 litres par jour et par habitant.

Elle est limpide et sa fraîcheur laissera peu à désirer.

Elle peut être considérée comme pure au point de vue chimique, malgré sa teneur un peu élevée en sulfate de chaux, 109 milligr. en moyenne par litre, car celui-ci ne résulte pas des souillures mais de la constitution géologique du sol de notre région. Son degré hydrotimétrique varie entre 23° et 29° dans nos analyses.

Le nombre de germes trouvés, 105 en hiver, 86 en été, l'absence de coli, autoriseraient à classer l'eau de la nappe des Bégudes parmi les eaux bactériologiquement pures ; mais la *présence de bacilles liquéfiants nous oblige à quelques réserves*, puisque ces germes sont l'indice de contaminations superficielles, et nous avons vu que cette contamination est facile :

a) En effet la nappe est très peu profonde et recouverte par une couche de terre arable de 1 mètre environ livrée à la culture et fumée au fumier de ferme.

b) Le périmètre de protection est dérisoire (10 mètres en amont et en aval des drains) ; de plus il n'est pas respecté.

c) La terre au-dessus de la nappe se crevasse très profondément et très largement pendant les chaleurs de l'été. Un orage brusque entraînerait alors, sans filtration aucune, les souillures de la surface.

d) Le Calavon enfin (dont les fortes crues sont rares il est vrai) a eu submergé d'une couche d'eau de 0 m. 80 les champs perméables qui recouvrent la nappe. Il est bon de remarquer que l'eau du torrent, au moment des

crues, est chargée de toutes les souillures des villages situés dans son bassin.

Cette perméabilité n'est pas purement hypothétique, ces chances de contamination ne sont pas une simple vue de l'esprit, elles existent bien réellement puisque nous avons réussi à faire passer dans la nappe à travers la terre qui la recouvre les éléments figurés, cependant assez gros, de la levûre de bière.

Il y aura donc lieu, si l'on veut éviter des contaminations dangereuses pour la santé publique :

1° De créer un très grand périmètre de protection.

2° De mettre le sol qui recouvre la nappe à l'abri des crues du Calavon.

Et s'il est démontré que, malgré ces mesures, l'eau n'est pas suffisamment pure, il y aura lieu d'étudier les moyens de sa stérilisation par l'ozone, les rayons ultra-violets ou d'autres procédés efficaces.

Nous concluons donc :

L'eau des Bégudes est suffisamment pure au point de vue chimique. Elle est à surveiller au point de vue bactériologique.

APPENDICE

Commission météorologique de Vaucluse

Station principale d'Apt

Extrait du registre des observations pluviométriques de Juillet 1912 à Décembre 1913

Juillet 1912

Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
L	1	O	3.4
M	2	O	
M	3	S-E	2.8
J	4	S-O	
V	5	S-O	
S	6	E	5.0
D	7	O	
L	8	O	
M	9	E	
M	10	E	
J	11	E	
V	12	E	
S	13	S-E	
D	14	S-E	
L	15	E	
M	16	E	
M	17	E	
J	18	O	
V	19	O	
S	20	calme	
D	21	O	
L	22	N-O	
M	23	E	
M	24	N	
J	25	N	**22.6**
V	26	S-E	
S	27	S-E	
D	28	E	
L	29	E	21.4
M	30	E	
M	31	E	
		TOTAL.....	55.2

Août 1912

Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
J	1	E	**32.7**
V	2	calme	
S	3	E	
D	4	S-E	7.6
L	5	O	
M	6	E	
M	7	calme	15.0
J	8	O	
V	9	E	
S	10	O	
D	11	O	
L	12	O	
M	13	S-E	2.6
M	14	O	
J	15	O	
V	16	E	
S	17	E	
D	18	S	
L	19	S-E	
M	20	E	7.2
M	21	S-O	
J	22	E	
V	23	O	
S	24	S-O	
D	25	E	
L	26	E	13.0
M	27	O	
M	28	O	
J	29	E	
V	30	E	**16.9**
S	31	N-O	
		TOTAL.....	95.0

Septembre 1912			
Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
D	1	O	
L	2	O	
M	3	O	
M	4	O	
J	5	N-O	
V	6	O	
S	7	O	
D	8	O	
L	9	N-O	
M	10	O	
M	11	S-O	
J	12	O	
V	13	O	
S	14	calme	
D	15	calme	
L	16	calme	
M	17	N-O	
M	18	E	
J	19	E	
V	20	E	
S	21	calme	2.8
D	22	calme	0.7
L	23	E	0.8
M	24	E	
M	25	E	
J	26	E	
V	27	E	
S	28	S	41.1
D	29	S-E	
L	30	S-E	
		TOTAL.....	45.4

Octobre 1912			
Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
M	1	S-E	
M	2	E	
J	3	S-E	
V	4	O	
S	5	S-E	
D	6	O	3.8
L	7	calme	7.9
M	8	calme	10.0
M	9	E	5.8
J	10	S-E	
V	11	S-E	
S	12	E	
D	13	E	
L	14	S-E	
M	15	S-E	
M	16	S-E	
J	17	E	
V	18	O	
S	19	calme	
D	20	O	
L	21	E	**34.4**
M	22	O	
M	23	O	
J	24	E	8.1
V	25	O	
S	26	E	
D	27	E	
L	28	E	
M	29	E	
M	30	E	10.4
J	31	O	
		TOTAL....	80.4

Novembre 1912

Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
V	1	O	
S	2	O	
D	3	O	
L	4	E	
M	5	E	
M	6	N	
J	7	S-O	
V	8	E	
S	9	calme	
D	10	S-O	
L	11	O	3.6
M	12	O	
M	13	calme	
J	14	calme	
V	15	S-O	9.0
S	16	O	
D	17	E	
L	18	E	
M	19	E	
M	20	O	
J	21	O	
V	22	O	
S	23	E	
D	24	S-E	
L	25	S-E	
M	26	E	
M	27	E	2.6
J	28	O	
V	29	S-E	2.3
S	30	E	86.3
		TOTAL.....	103.8

Décembre 1912

Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
D	1	O	
L	2	O	
M	3	O	
M	4	E	
J	5	S-E	
V	6	E	
S	7	S-E	
D	8	E	
L	9	E	
M	10	S-E	
M	11	E	
J	12	E	
V	13	E	
S	14	E	
D	15	O	
L	16	E	
M	17	E	
M	18	E	
J	19	E	
V	20	E	
S	21	E	0.6
D	22	S-E	
L	23	S-E	2.2
M	24	E	
M	25	S-E	
J	26	E	
V	27	O	
S	28	E	
D	29	E	
L	30	calme	
M	31	S-E	
		TOTAL.....	2.8

Janvier 1913			
Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
M	1	E	
J	2	E	
V	3	S-E	
S	4	E	
D	5	S-E	
L	6	E	
M	7	E	
M	8	E	
J	9	E	
V	10	E	
S	11	E	
D	12	O	
L	13	E	
M	14	S-E	9.0
M	15	E	5.2
J	16	E	
V	17	S-E	1.1
S	18	calme	
D	19	E	2.0
L	20	E	3.2
M	21	E	
M	22	O	
J	23	S-E	
V	24	E	
S	25	E	
D	26	calme	
L	27	E	
M	28	E	
M	29	E	7.2
J	30	S-E	2.2
V	31	E	8.8
		Total.....	38.7

Février 1913			
Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
S	1	E	2.6
D	2	E	4.2
L	3	O	
M	4	E	
M	5	E	
J	6	E	
V	7	E	
S	8	E	
D	9	E	
L	10	E	
M	11	E	
M	12	S-E	
J	13	E	
V	14	O	
S	15	S	
D	16	S-E	
L	17	calme	
M	18	S-E	
M	19	calme	0.3
J	20	E	3.8
V	21	S-E	
S	22	E	
D	23	O	
L	24	E	
M	25	E	
M	26	S-E	1.8
J	27	S-E	2.0
V	28	O	
		Total....	14.7

Mars 1913

Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
S	1	S	
D	2	E	
L	3	E	
M	4	S-E	
M	5	E	
J	6	E	
V	7	E	
S	8	S	
D	9	N-O	
L	10	E	
M	11	S-E	
M	12	S-E	
J	13	E	
V	14	S-E	
S	15	S-E	
D	16	calme	
L	17	E	4.0
M	18	O	
M	19	E	1.4
J	20	E	
V	21	E	1.4
S	22	E	7.9
D	23	E	29.0
L	24	O	
M	25	E	18.2
M	26	E	12.7
J	27	E	
V	28	E	
S	29	E	
D	30	E	25.6
L	31	E	22.9
		TOTAL.....	123.1

Avril 1913

Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
M	1	O	
M	2	O	
J	3	E	
V	4	S-E	32.7
S	5	E	16.5
D	6	E	
L	7	S-E	3.9
M	8	E	5.8
M	9	O	
J	10	E	
V	11	N	
S	12	O	
D	13	N-O	
L	14	O	
M	15	calme	
M	16	calme	
J	17	S-E	
V	18	O	
S	19	E	4.0
D	20	O	
L	21	calme	
M	22	E	13.2
M	23	S-E	19.0
J	24	S-E	2.4
V	25	E	16.6
S	26	calme	
D	27	calme	6.0
L	28	E	
M	29	calme	
M	30	O	
		TOTAL....	120.1

Mai 1913			
Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
J	1	O	8.0
V	2	O	
S	3	O	
D	4	calme	
L	5	O	
M	6	O	
M	7	O	
J	8	E	
V	9	E	
S	10	S-E	
D	11	S-O	
L	12	O	
M	13	S-E	3.0
M	14	E	17.7
J	15	E	21.4
V	16	S-E	**20.6**
S	17	S-E	32.6
D	18	S-E	
L	19	O	
M	20	O	
M	21	E	
J	22	O	
V	23	O	
S	24	E	
D	25	E	
L	26	E	
M	27	E	
M	28	E	
J	29	E	
V	30	E	
S	31	E	
		Total.....	103.3

Juin 1913			
Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
D	1	O	6.8
L	2	E	2.0
M	3	calme	5.6
M	4	S-E	6.2
J	5	E	
V	6	S-O	
S	7	O	
D	8	O	
L	9	S-E	
M	10	O	
M	11	O	
J	12	O	
V	13	O	
S	14	E	
D	15	E	
L	16	E	
M	17	E	
M	18	S-E	
J	19	E	
V	20	O	
S	21	O	
D	22	O	
L	23	E	
M	24	E	
M	25	O	
J	26	O	
V	27	O	
S	28	N-O	
D	29	N	
L	30	O	
		Total.....	20.6

Juillet 1913

Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
M	1	calme	
M	2	O	
J	3	O	
V	4	O	
S	5	O	
D	6	calme	
L	7	E	
M	8	O	
M	9	N-O	
J	10	O	2.6
V	11	O	
S	12	calme	
D	13	calme	
L	14	E	
M	15	S-E	
M	16	O	
J	17	N-O	
V	18	O	
S	19	N-O	
D	20	N-O	
L	21	O	
M	22	N-O	
M	23	N-O	
J	24	N-O	
V	25	N-O	
S	26	E	
D	27	S-O	0.5
L	28	E	
M	29	E	**9.0**
M	30	E	
J	31	O	
		TOTAL.....	12.1

Août 1913

Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
V	1	O	
S	2	O	
D	3	S	
L	4	calme	
M	5	S-O	0.3
M	6	O	1.4
J	7	N-O	
V	8	O	
S	9	N	
D	10	calme	
L	11	E	
M	12	E	6.1
M	13	O	
J	14	O	
V	15	O	
S	16	O	
D	17	E	
L	18	E	
M	19	N-E	
M	20	N-O	
J	21	O	
V	22	calme	
S	23	N-O	
D	24	calme	0.2
L	25	calme	
M	26	calme	
M	27	calme	
J	28	calme	
V	29	S-O	
S	30	S-O	
D	31	S-O	
		TOTAL.....	8.3

Septembre 1913			
Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
L	1	N-O	
M	2	E	
M	3	calme	
J	4	calme	0.6
V	5	calme	
S	6	N-O	
D	7	S-O	1.0
L	8	E	13.0
M	9	calme	2.1
M	10	calme	
J	11	calme	2.4
V	12	calme	
S	13	O	3.5
D	14	S-O	3.6
L	15	E	
M	16	O	2.9
M	17	calme	8.9
J	18	O	
V	19	E	
S	20	O	
D	21	S-O	
L	22	O	
M	23	N-O	
M	24	O	
J	25	E	
V	26	S-O	
S	27	N-O	
D	28	S-E	
L	29	E	**21.2**
M	30	S-E	
		TOTAL.....	59.2

Octobre 1913			
Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
M	1	E	2.1
J	2	S-E	3.9
V	3	S-E	16.4
S	4	S-E	7.6
D	5	S-O	
L	6	E	
M	7	S-E	
M	8	S-E	13.6
J	9	N-O	
V	10	E	
S	11	E	
D	12	E	
L	13	E	
M	14	E	
M	15	E	
J	16	S-E	
V	17	E	
S	18	E	
D	19	E	
L	20	E	
M	21	E	
M	22	S-E	3.6
J	23	S-E	
V	24	E	
S	25	E	
D	26	S-E	1.4
L	27	S-E	
M	28	S-E	
M	29	S-E	**17.7**
J	30	E	
V	31	E	
		TOTAL.....	66.3

Novembre 1913

Jours	Date	Girouette	Pluie en mm.
S	1	E	
D	2	E	1.0
L	3	E	
M	4	E	
M	5	calme	15 8
J	6	O	
V	7	O	
S	8	E	
D	9	E	
L	10	S-E	
M	11	S-E	
M	12	E	
J	13	S	**16.1**
V	14	S-O	1.5
S	15	S-O	
D	16	O	
L	17	O	
M	18	E	
M	19	E	
J	20	E	
V	21	S-E	
S	22	S-E	**18.0**
D	23	N-O	
L	24	E	
M	25	O	
M	26	E	
J	27	E	
V	28	E	
S	29	S-E	
D	30	E	
		TOTAL.....	52 4

NOTA. — *Les nombres en caractères gras indiquent un orage accompagné de pluie*

TABLEAU des sources de la région aptésienne

Numéro d'ordre de la source	Désignation de la source	Commune Emplacement de la source	Altitude de la source	Débit de la source à la minute
1	Source du Bon-Riou	St-Martin-de-Castillon	326	20 litr.
2	Source du Pesquier	id.	315	8.60
3	Source de la basse Bardon	id.	387	2.80
4	Source de la plus haute Bardon	id.	416	0.645
5	Source de Boyère	id.	360	4.25
6	Source de Berlon (M. Gassin)	id.	385	0.50
7	Source du Lauvas (M. Gassin)	id.	392	3.33
8	Source des Foux (M. Rousset)	id.	374	2.80
9	Source du Château	id.	390	1.25
10	Source des Guis (basse fontaine)	id.	310	2.10
11	Source de l'Espatule	id.	320	1.50
12	Source de la Tuilière	Viens	418	1.72
13	Source de Mesteyme	id.	420	0 75
14	Sources div. du ravin de la Tuilière	id.	425	1.50
15	Source de l'Arconade (font. publiq.)	id.	462	1.00
16	Source d'Isabelle	id.	635	0.65
17	Source de la Bonnette	id.	546	0.59
18-19-20	Sources des Aubert	id.	438	14.25
21	Source du Lauron	id.	432	31.50
22	Source de la plus haute Bardon	Castellet	555	1.50
23	Source de la basse Bardon	id.	543	1.45
24	Source de la plus basse Bardon (dite source du moulin du Seigneur)	id.	509	1.00
25	Source des fontaines du Castellet	id.	478	2.20
26	Source du pré du Poirier	id.	490	2.18
27	Source du pré de Siméon	id.	430	0.65
28	Source du moulin des Fondons	Auribeau	625	4.00
		A reporter		112.71

Numéro d'ordre de la source	Désignation de la source	Commune Emplacement de la source	Altitude de la source	Débit de la source à la minute
				litres
		Report.....	.....	112.71
29	Source de Gavaudane.....	Saignon	449	2.35
30	Source de Saignon (font. publique)	id.	522	6.40
31	Source de Valsorgue.....	id.	545	2.80
32	Source de la Palud.....	id.	458	4.66
33	Source de Valmaselle.....	id.	292	9.31
34	Source des Poncetons.....	id.	278	4.11
35	Source de Lanadare.....	id.	280	0.54
36	Source de l'Abadié.....	id.	400	6.68
37	Source du Peuplier.....	id.	380	2.35
38	Source d'Aiguesfrèges (M. Madon).	id.	380	1.60
39	Source d'Aiguesfrèges (M. Méritan)	id.	365	2.00
40	Source bas. d'Aiguesfrèges (Madon)	id.	350	1.16
41	Source des Gravats.....	id.	340	1.20
42	Source de M. Tacussel.....	id.	314	2.18
43	Source de Méritan.....	id.	287	5.00
44	Source de St-Quentin.....	id.	258	7.95
45	Source du Fangas.....	id.	250	1.60
46	Source des Ramades (M. Julien)..	Caseneuve	342	0.55
47	Source des Ramades (Alim. d'Apt).	id.	255	4.50
48	Source du Marinier.....	id.	330	0.61
49	Source de la Pouraque (font. publ.)	id.	510	0.61
50	Source de France.....	id.	462	0.75
51	Source de la Naïsse.....	id.	470	1.16
52	Source de la Blace (font. publique)	id.	442	0.92
53	Source de la Blace (M. Pellenc)...	id.	455	0.50
54	Fontaine des Prés.....	id.	430	0.70
		A reporter.....	.....	184.90

Numéro d'ordre de la source	Désignation de la source	Commune Emplacement de la source	Altitude de la source	Débit de la source à la minute
				litres
		Report.....		184.90
55	Source du Colombier (font. publ.).	Caseneuve	414	1.00
56	Source de Salignan.....	Apt	217	0.75
57	Source de St-Pons.....	Villars	328	0.50
58	Source du Moulin-Fondu.....	id.	275	0.50
59	Source du ravin de la Riaille.....	id.	285	3.80
60-61	Sources de la Riaille (M. Jallet)...	id.	290	4.85
62	Source du pré de Martin.....	id.	285	1.16
63	Source de terre longue.....	id.	312	1.23
64	Source des Petits-Cléments.....	id.	335	0.92
65	Source du Gayet.....	id.	370	0.50
66	Source de Royan.....	id.	340	1.00
67	Fontaine des Noyers.....	id.	367	0.85
68	Source d'alimentation du Villars..	id.	368	0.50
69	Fontaine neuve du Villars.....	id.	318	0.50
70	Source de Siouque.....	id.	306	0.60
71	Source du Puy (Rousset).....	Apt	298	0.53
72	Source de la Buissonne.....	id.	245	0.85
73	Source de St-Cers (Rousset).....	id.	284	0.50
74	Source de St-Cers (Artaud).....	id.	329	0.50
75	Source des Agnels (font. publique).	id.	430	0.50
76	Source du ravin des Mayols.....	id.	428	2.00
77	Source des Espitaliers.....	id.	470	4.00
78	Source du vieux chât. des Tourettes	id.	347	0.90
79	Source de Fumières.....	id.	395	0.50
80	Source de Viton.....	id.	234	3.00
81	Source de la Tuilière (Ygoulin)...	id.	250	0.73
		A reporter.....		217.57

Numéro d'ordre de la source	Désignation de la source	Commune Emplacement de la source	Altitude de la source	Débit de la source à la minute
				litres
		Report.....	.....	217.57
82	Source de M. Justamon.....	Apt	366	0.50
83	Source de la Paroque.....	id.	454	0.50
84	Source de la fontaine fraîche	id.	456	1.22
85	Source des Fromageurs.....	id.	492	2.25
86	Source de M. Perrin (Rocsalière)..	id.	359	4.11
87	Source de M. Millet.....	id.	346	0.58
88	Source du Clos (M. Raynaud).....	Saignon	423	3.29
88 bis	Source des Allardes (M. Raynaud).	id.	302	6.25
89	Source du Chemin de fer.....	Apt	276	0.50
90	Source de la fontaine de Rustrel..	Rustrel	395	0.65
91	Source de Bourenne.....	id.	370	4.87
94	Source de Birandoire.....	id.	385	2.80
95	Source d'Istrane.....	id.	380	0.65
96	Source d'Istrane (Source des Prés).	id.	375	0.55
97	Source du Plan.....	id.	340	1.92
98	Sources du Plan.....	Apt	232	1.40
99	Idem.	id.	232	4.40
100	Idem.	id.	232	0.78
101	Idem.	id.	232	0.75
102	Source du Massonet.	id.	235	0.70
103	Source de St-Jean.....	id.	255	1.00
104	Sources de Bourgane.....	St-Saturnin	282	0.84
105	Idem.	id.	282	3.90
106	Idem.	id.	285	2.57
107	Source de Garbis.....	id.	310	0.73
108	Source de St-Maurice.....	id.	320	0.50
		A reporter.....	.....	265.78

Numéro d'ordre de la source	Désignation de la source	Commune Emplacement de la source	Altitude de la source	Débit de la source à la minute
				litres
		Report...	.....	265.78
110	Source du Pont	St-Saturnin	299	1.25
111	Source des Tridonne.....	id.	300	0.55
112	Source de Surgent (font. publique).	id.	308	0.71
113	Source de la Débruge.....	id.	327	0.70
124	Source des mines d'ocres.....	Gargas	277	4.11
126	Source du Ballet.....	Saignon	281	1.45
127	Source du Ballet.....	id.	289	0.59
128	Font d'Estocy.....	id.	390	0.50
131	Source des Longs.....	Sivergues	480	1.20
132	Source de la baume de l'eau.....	id.	462	0.80
133	Source du château de Buoux	Buoux	451	0.55
134	Source de l'Auron	id.	421	0.90
	Source de St-Martian (Alim. d'Apt)	Apt		
	Source Creste.....	id.		
	Source Moirenc.....	id.		
	Fondeluigne			
	Barriés			
		TOTAL....	.....	279.09

BIBLIOGRAPHIE

Baucher (F.). — Analyse des eaux potables et minérales.

Besson (Dr). — Technique microbiologique et sérothérapique.

Bouchard. — Traité de pathologie générale, t. II (5e édition).

Brouardel, Chantemesse, Mosny. — Traité d'hygiène : Approvisionnement communal.

Brouardel (P.), Mosny (E.). — Traité d'hygiène : Le sol et l'eau.

Carte géologique de France, feuille 223.

Carte hydrologique.

Chantemesse (A.). — Traité de pathologie générale.

Coreil (F.). — L'eau potable.

Duncamp et Planchon. — Compte rendu de la Société de biologie, 1891, série, 10, t. I, p. 266.

Ferrier (Dr). — Guérison spontanée de la tuberculose.

Gasser (J.). — Analyse biologique des eaux potables.

Gérard et Bonn. — Traité pratique d'analyse des matières alimentaires.

Gessard. — Annales de l'Institut Pasteur, t. VI, 1892, p. 801.

Gras (Scipion). — Géologie de Vaucluse.

Imbeaux. — Nappes aquifères de France (Bulletin de la Société géologique de France, t. X, p. 180).

— Les eaux potables et leur rôle hygiénique dans le département de Meurthe-et-Moselle.

Jadin (F.). — Hydrologie et minéralogie.

Jörgensen (Alfred). — Les microorganismes de la fermentation.

« L'eau », revue, 3e année, n° 6.
— revue, 4e année, n° 4.
— revue, 5e année, n° 7.
Lapparent (A. de). — Abrégé de géologie.
Macé (E.). — Traité pratique de bactériologie (6e édition).
Maljean (Dr). — Les qualités de l'eau de boisson au moyen âge (Bulletin médical, 26e année, n° 80).
Miquel et Cambier. — Traité de bactériologie pure et appliquée.
Minguier (Ingénieur). — Projet d'adduction d'eau des Bégudes.
Nicolle. — Annales de l'Institut Pasteur, t. XXI, 1907, p. 613.
Trillat. — Influence de la composition chimique de l'air sur la vitalité des microbes (Académie de médecine, 23 juillet 1912).
— Sur l'emploi des matières colorantes pour la recherche de l'origine des sources et des eaux d'infiltration (Académie des sciences, 13 mars 1899).
Trillat et Turchet. — Bull. Soc. chim., t. XXXIII, p. 304.
Sauvé (F.). — Monographie de la ville d'Apt.
— Découvertes gallo-romaines à Apt.

Vu et bon a imprimer :
Montpellier, le 8 décembre 1913.
Le Président de la thèse,
ASTRUC.

Vu et approuvé :
Montpellier, le 8 décembre 1913.
Le Directeur de l'École,
G. MASSOL.

Vu et permis d'imprimer :
Montpellier, le 8 décembre 1913.
Le Recteur,
Ant. BENOIST.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	13
Mortalité élevée de la ville d'Apt	14
Hygiène défectueuse	14
Travaux de M. Trillat	15
Manque d'eau	17
Projet d'adduction	17
Plan de notre travail	19
CHAPITRE I. — Historique	21
Origines d'Apt	21
Occupation romaine	23
Prospérité de la cité	24
Abondance des eaux d'alimentation	25
CHAPITRE II. — Etude géologique et orographique de la région aptésienne	29
A. — *Géologie*	29
Situation d'Apt	29
Formation géologique du sol	30
Coupes géologiques de la région	32
Rapport de la végétation avec les terrains	34

Pages

B. — *Orographie* 36
Perte de l'eau dans les gouffres..... 36
Disposition des sources dans la région aptésienne et leur débit total..... 37
Moyenne de l'eau tombée sur cette même région.. 38
Rapport entre la composition chimique des eaux et celle des terrains traversés..... 40

CHAPITRE III. — Analyses chimique et bactériologique.. 42

A. — *Historique*..... 42
Influence de l'eau sur la composition des tissus... 46
Théories du docteur Ferrier et du docteur Rœmen. 46
Utilité de l'analyse chimique..... 48

B. — *Méthodes d'analyse chimique*..... 48

C. — *Méthodes d'analyse bactériologique*..... 52

CHAPITRE IV. — Alimentation de la ville jusqu'en août 1913..... 58

A. — *Source de St-Martian*..... 59
Captage..... 59
Canalisation..... 60
Analyses..... 61
Conclusions..... 66

B. — *Source de Viton*..... 67
Captage..... 68
Canalisation..... 68
Analyses..... 69
Conclusions..... 75

C. — *Puits*..... 75
Analyses..... 76
Conclusions..... 77

D. — *Source des Ramades*..... 80
Captage..... 81

Pages

Canalisation 82
Analyses 84
Conclusions 89
Comparaison des différentes analyses 89

CHAPITRE V. — Alimentation de la ville depuis août 1913 91

A. — *Projets divers d'adduction* 91

B. — *Eau des Bégudes* 93
Captage 94
Analyses 101
Conclusions 107
Canalisation 110

C. — *Discussion des résultats* 115

CHAPITRE VI. — Dangers de contamination de la nappe des Bégudes. — Mesures a prendre pour sa protection. 119
Etude de la plaine qui contient la nappe 119
Exiguïté du périmètre de protection 121
Danger offert par le voisinage du Calavon 123
Expériences biologiques sur la filtration des terrains 123
Expérience à la fluorescéine 129
Mesures à prendre 130

CONCLUSIONS 132

APPENDICE.— Observations pluviométriques.— Tableau des sources de la région aptésienne 135

BIBLIOGRAPHIE 153

MONTPELLIER — IMPRIMERIE COOPÉRATIVE OUVRIÈRE

CARTE HYDROLOGIQUE & GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION D'APT (Dressée par Mlle A. GROS)

Source • 80

Altitude 518

Neocomien barrémien $c_{III}c_{IV}$

Aptien $c_{II-bC_{II}}$

Marnes aptiennes c_1

Sables sus-aptiens $c'c^{3.2}$

Marnes et lignites de la Debruge $e^{3.2}$

Calcaire à planorbis e_{I-II}

Calcaire en plaquettes $m_{II\,a}m_{II\,b}$

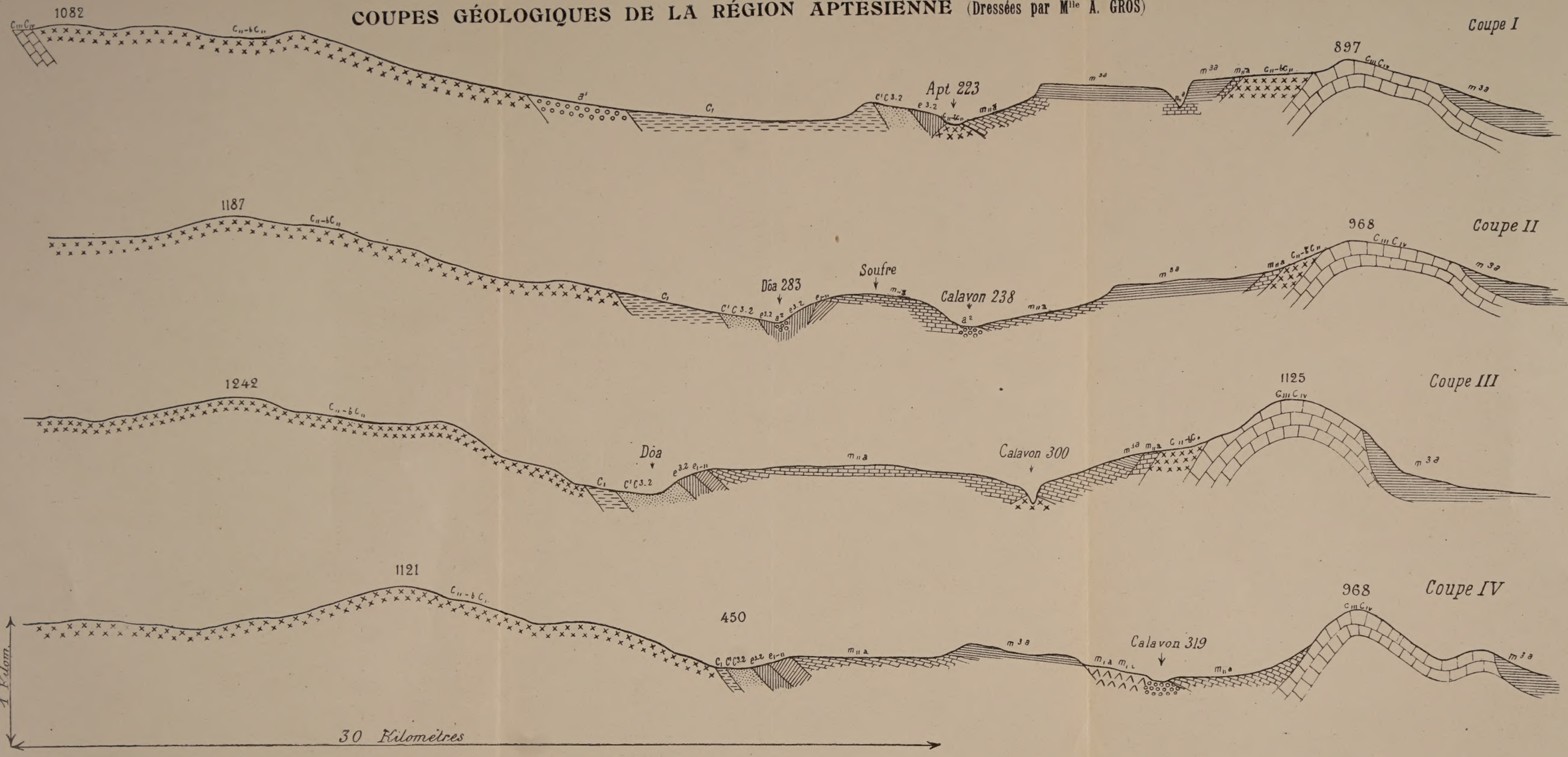
Calcaire de Vachères et lignite de Manosque $m_{I\,a}m_{I\,c}$

Mollasse $m^{3a}m^{3b}$

Alluvions g^1g^2

Conduites d'amenée des eaux

COUPES GÉOLOGIQUES DE LA RÉGION APTÉSIENNE (Dressées par Mlle A. GROS)



LÉGENDE :

- Néocomien barremien — $C_{III}C_{IV}$
- Aptien — $C_{II}-bC_{II}$
- Marnes aptiennes — C_1
- Sables sus-aptiens — $C^1C^{3.2}$
- Marnes et lignites de la Debruge — $e^{3.2}$
- Calcaire à planorbis — e_{I-II}
- Calcaire en plaquettes — $m_{II\,a}m_{II\,b}$
- Calcaire de Vachères et lignite de Manosque — $m_{I\,a}-m_{I\,c}$
- Mollasse — $m^{3\,a}m^{3\,b}$
- Alluvions — a^1a^2